အီလက်ထရွန်းနစ် လုံခြုံရေးစနစ်

ဦးစိုးအောင် (သုတေသီ)

FUNDAMENTALS
PART - 1

ဦးစိုးအောင် (သုတေသီ) အီလက်ထရွန်းနစ် လုံခြုံရေးစနစ် CCTV PART-1

MTC
Engineering Group
အေးချမ်း ၊ လုံခြုံ ၊ ဘေးကင်းစေဖို့
e-Living စနစ်တွေ တည်ထောင်ဖို့လိုလာပြီ . . .
ခေတ်မီဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်သော နိုင်ငံတော်ဖြစ်ဖို့
e-Production စနစ်တွေ တည်ထောင်ဖို့လိုလာပြီ . . .
CCTV System
Solar PV System
PLC Controllor Factories System
Biomatic Controls System
CATV / MATV System
Electronic Entry Controls System
လူကြီးမင်းတို့ စိတ်တိုင်းကျ ဖြစ်စေဖို့
ကျွန်တော်တို့ ပြင်ဆင်နေပါပြီ။

အီလက်ထရွန်းနစ်
လုံခြုံရေးစနစ်

CCTV

FUNDAMENTALS

ဦးစိုးအောင်(သုတေသီ)

PART-1

ဒို့တာဝန် အရေးသုံးပါး

⁕	ပြည်ထောင်စုမပြိုကွဲရေး	ဒို့အရေး
⁕	တိုင်းရင်းသား စည်းလုံးညီညွတ်မှုမပြိုကွဲရေး	ဒို့အရေး
⁕	အချုပ်အခြာအာဏာတည်တံ့ခိုင်မြဲရေး	ဒို့အရေး

ပြည်သူ့သဘောထား

⁕ ပြည်ပအားကိုးပုဆိန်ရိုး အဆိုးမြင်ဝါဒီများအားဆန့်ကျင်ကြ။

⁕ နိုင်ငံတော်တည်ငြိမ်အေးချမ်းရေးနှင့်နိုင်ငံတော်တိုးတက်ရေးကို နှောက်ယှက်ဖျက်ဆီးသူများအား ဆန့်ကျင်ကြ။

⁕ နိုင်ငံတော်၏ပြည်တွင်းရေးကို ဝင်ရောက်စွက်ဖက်နှောက်ယှက်သော ပြည်ပနိုင်ငံများအား ဆန့်ကျင်ကြ။

⁕ ပြည်တွင်းပြည်ပ အဖျက်သမားများအား ဘုံရန်သူအဖြစ်သတ်မှတ်ချေမှုန်းကြ။

နိုင်ငံရေးဦးတည်ချက် (၄) ရပ်

⁕ နိုင်ငံတော်တည်ငြိမ်ရေး၊ ရပ်ရွာအေးချမ်းသာယာရေး နှင့် တရားဥပဒေစိုးမိုးရေး။

⁕ အမျိုးသားပြန်လည်စည်းလုံးညီညွတ်ရေး။

⁕ ခိုင်မာသည့် ဖွဲ့စည်းပုံအခြေခံဥပဒေသစ် ဖြစ်ပေါ်လာရေး။

⁕ ဖြစ်ပေါ်လာသည့် ဖွဲ့စည်းပုံအခြေခံဥပဒေသစ်နှင့်အညီ ခေတ်မီဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်သောနိုင်ငံတော်သစ်တရပ်တည်ဆောက်ရေး။

စီးပွားရေးဦးတည်ချက် (၄)ရပ်

⁕ စိုက်ပျိုးရေးကိုအခြေခံ၍ အခြားစီးပွားရေးကဏ္ဍများကိုလည်းဘက်စုံဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်အောင်တည်ဆောက်ရေး။

⁕ ဈေးကွက်စီးပွားရေးစနစ်ပီပြင်စွာဖြစ်ပေါ်လာရေး။

⁕ ပြည်တွင်းပြည်ပမှ အတတ်ပညာနှင့်အရင်းအနှီးများဖိတ်ခေါ်၍စီးပွားရေးဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်အောင်တည်ဆောက်ရေး။

⁕ နိုင်ငံတော်စီးပွားရေးတရပ်လုံးကို ဖန်တီးနိုင်မှုစွမ်းအားသည်နိုင်ငံတော်နှင့်တိုင်းရင်းသားပြည်သူတို့၏လက်ဝယ်တွင်ရှိရေး။

လူမှုရေးဦးတည်ချက်(၄)ရပ်

⁕ တစ်မျိုးသားလုံး၏စိတ်ဓါတ်နှင့်အကျင့်စာရိတ္တမြင့်မားရေး။

⁕ အမျိုးဂုဏ်ဇာတိဂုဏ်မြင့်မားရေးနှင့်ယဉ်ကျေးမှုအမွေအနှစ်များအမျိုးသားရေးလက္ခဏာများမပျောက်ပျက်အောင် ထိန်းသိမ်းစောင့်ရှောက်ရေး။

⁕ မျိုးချစ်စိတ်ဓါတ်ရှင်သန်ထက်မြက်ရေး။

⁕ တစ်မျိုးသားလုံး၏ ကျန်းမာကြံ့ခိုင်ရေးနှင့်ပညာရည်မြင့်မားရေး။

ပုံနှိပ်မှတ်တမ်း

ထုတ်ဝေသူ . . . . (၁၁၄၀) အလင်္ကာဝတ်ရည်စာပေ။
အမှတ် ၂၈၀၊၃၉လမ်းအထက်
ကျောက်တံတားမြို့နယ်၊ရန်ကုန်

အဖုံးဖလင် . . . . Eagle

အတွင်းဖလင် . . . . Eagle

အဖုံးဒီဇိုင်း . . . . ဝင်းမင်းထိုက် (4D)

ကွန်ပျူတာစာစီ . . . . ဝင်းမင်းထိုက် (4D)

မျက်နှာဖုံးနှင့်အတွင်းပုံနှိပ် . . . . ကြည်ဇင်(၀၅၇၉၃)
မိုးမခပုံနှိပ်တိုက်
အမှတ်(၅) ပေါ်ဆန်းမွှေးလမ်း၊သုဝဏ္ဏ။

တန်ဖိုး . . . . ၁၀၀၀ ကျပ်

ဖြန့်ချိရေး . . . . ကံကော်ငြိမ်းစာပေ
အမှတ်(၂၈၂)၊အခန်း(အေ-၄)
ကျိုက္ကဆံလမ်း၊တာမွေမြို့နယ်၊ရန်ကုန်
ဖုံး ၀၉၄၂၁၀၄၇၈၆၇
၀၉၄၉၂၄၉၀၇၁

စောင်ရေ ၅၀၀

ပထမအကြိမ်ပုံနှိပ် . . . . ဇူလိုင်လ၊ ၂၀၁၂

ဦးစိုးအောင် (သုတေသီ) ၆၂၁. ၃
အီလက်ထရွန်းနစ်လုံခြုံရေးစနစ် CCTV (Part I)
ရန်ကုန်
ကံကော်ငြိမ်းစာပေ၊၂၀၁၂။
၂၀၂ စာ။ ၁၉ စင်တီ ×၂၄ စင်တီ
(၁) အီလက်ထရွန်းနစ်လုံခြုံရေးစနစ် CCTV (Part I)

မာတိကာ

Chapter 1 Introduction to Electronic Security Systems (ESS)

1.1: What is ESS ? ၃
1.2: Three Major Elements of ESS ၄
1.2.1: IDS (Intrusion Detection System) ၅
1.2.2: CCTV (Closed Circuit Television) ၉
1.2.3: EECS (Electronic Entry Control System) ၁၂
1.3: Security Center Equipment ၁၅
1.3.1: Security Center Area ၁၅
1.3.2: Console Consideration ၁၇
1.3.3: Room Layout ၂၀
1.3.4: Other Considerations ၂၂
1.4: Grounding , Shielding , And Transient Protection ၂၄
1.4.1: Types of Interference ၂၄
1.4.2: Transient Protection Devices ၂၆
1.4.3: Grounding ၂၆
1.4.4: Shielding ၂၉

Chapter 2 Closed Circuit TeleVision (CCTV) System

2.1: System Definations ၃၃
2.2: Basic And Advanced CCTV Systems ၃၃
2.3: Basic System Performance Issues ၃၅
2.4: Structure of Video ၃၇
2.4.1: Picture element(Pixel) ၃၇
2.4.2: Horizontal and Vertical Scanning ၃၈
2.4.3: Frame and Field Frequencies ၄၀
2.4.4: Horizontal and Vertical Synchronization ၄၃
2.4.5: Aspect Ratio ၄၄

2.4.6: Viewing Distance ၄၆
2.4.7: Various Video Signals ၄၆
- R-G-B primary color signal ၄၆
- C-M-Y-K primary color signal ၄၆
- Luminance(Y) signal ၄၈
- Chrominance(C) signal ၄၉
- Composite video signal ၅၀
- Component video signal ၅၄
- S-video signal ၅၅
- HDMI Technology ၅၅
- NTSC and PAL format ၅၉
- MPEG-4 and H.264 video format ၅၉

Chapter 3 CAMERAS

3.1: The Principles of Eyes ၆၅
3.2: Camera Technologies ၆၇
3.3: Image Sensors or Imaging Medias ၆၉
3.3.1: Vacuum Tube Sensors ၆၉
- Image Orthicon ၆၉
- Vidicon ၇၀
- Plumbicon ၇၂
3.3.2: Solid State sensors ၇၅
- CCD sensor ၇၅
- CMOS sensor ၈၀
3.4: Camera Ratings ၈၁
3.5: Camera Options ၈၃
3.6: Camera Sensitivity ၈၄
3.7: Illumination ၈၅
3.8: Camera Resolution ၈၈

3.9: Other Camera Issues ၉၀

3.9.1: Manual and Electronic Adjustments ၉၁

3.9.2: Electronic Iris ၉၂

3.9.3: Automatic Shutter ၉၃

3.9.4: Backlight Compensation ၉၆

3.9.5: Digital Signal Processing ၉၇

3.10: Lens Technology ၉၇

3.10.1: Lens Technology ၉၈

3.10.2: Mounts ၁၀၀

3.10.3: Focal Length ၁၀၁

3.10.4: Optical Zoom and Digital Zoom ၁၀၃

- Optical Zoom ၁၀၃
- Digital Zoom ၁၀၃
- Zoom Measurement ၁၀၄

3.10.5: Lens Selection ၁၀၄

3.11: Light Consideration ၁၀၅

3.11.1: Light Source Comperision ၁၀၅

- Color Temperature of Light Sources ၁၀၇
- Color Rendition Index ၁၀၈

3.11.2: Reflected Light ၁၀၉

Chapter 4 Monitors

4.1: CCTV Monitors ၁၁၃

4.1.1: Overview To The Video Monitors ၁၁၃

4.1.2: The Monitor Sizes ၁၁၄

4.1.3: Viewing Distance ၁၁၆

4.2: Display Technologies ၁၁၇

4.2.1: CRT(Cathode Ray Tube) Display ၁၁၇

- Structure of CRT ၁၁၇

How to Operate The CRT ၁၁၉
Shadow Mask and Aperture grill ၁၂၁
Pincushion Correction ၁၂၁
4.2.2: Plasma Display ၁၂၂
Technology of Plasma ၁၂၂
Structure of The Plasma Display Panel ၁၂၄
Monochrome and Color Panels ၁၂၆
Main Differences From The LCD Display ၁၂၇
4.2.3: LCD Display ၁၂၇
LCD's Advantages and Usages ၁၂၇
How to Operate The LCD ၁၂၉
Static and Passive Matrix Displays ၁၄၀
Thin Film Transistor(TFT) Display Screen ၁၄၁
4.3: Other Monitor Specifications ၁၄၂

Chapter 5 Transmission Mediums

5.1: Transmission Mediums ၁၄၇
5.1.1: Communications ၁၄၇
General Concept of Communication ၁၄၇
Simplex and Duplex Communications ၁၄၇
Analog and Digital Communications ၁၄၈
Baseband and Modulated Signal Communications . . ၁၅၄
5.2: Transmission ၁၅၆
5.2.1: About The Transmission ၁၅၆
5.2.2: Coaxial Cable ၁၅၇
Basic concepts of Coax Cable ၁၅၇
Advantages and Disadvantages of Coax Cable ၁၅၉
Types of Coax Cable ၁၆၀

5.2.3: Twisted Pair Wires ၁၆၂
- **UTP , STP Wires and Their Usages** ၁၆၂

5.2.4: Fiber Optic Cable ၁၆၇
- **History of Fiber Optic Technology and Their Properities** ၁၆၇
- **Fiber Optic Communication System** ၁၇၃

5.2.5: Microwave ၁၇၅
- **Perspective of The Microwaves** ၁၇၅
- **Using The Microwave technologies in the CCTV Systems** ၁၈၄

5.2.6: Telephone Network ၁၈၆

----

* ၁ *

စာရေးသူ၏အမှာ

တိုင်းပြည်ဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်လာတာနဲ့အမျှ၊လူသားတို့ရဲ့အသက်အန္တရာယ်လုံခြုံရေး၊ ဥစ္စာဓနလုံခြုံရေး . . . ဆိုတာတွေဟာမလွဲမသွေလိုအပ်လာမယ့်အရာတွေဖြစ်ပါတယ်။အီလက်ထရွန်းနစ်လုံခြုံရေးစနစ် (Electronic Security System-ESS) ဟာဒီနေ့ခေတ်ကမ္ဘာပေါ်မှာအစွမ်းအထက်ဆုံးလုံခြုံရေးလက်နက်တစ်ခုဖြစ်နေတာတွေ့ရပါတယ်။ဒါကြောင့်အခြေအနေနှင့်အချိန်အခါရဲ့တောင်းဆိုမှုအရမြန်မာလိုပြုစုထားတဲ့လုံခြုံရေးဆိုင်ရာစာအုပ်တစ်အုပ်တော့လိုအပ်လာပြီလို့ထင်မြင်ယူဆမိပါတယ်။အခုကျွန်တော်ရေးသားမယ့်ခေါင်းစဉ်ကိုအပိုင်း(၁)နှင့်အပိုင်း(၂)ဆိုပြီး၂အုပ်ရေးသားထားပါတယ်။ဒီစာအုပ်ကတော့အပိုင်း(၁)စာအုပ်ဖြစ်ပါတယ်။အပိုင်း(၁)စာအုပ်မှာအခန်း(၅)ခန်းပါဝင်ပြီး၊အပိုင်း(၂)စာအုပ်မှာအခန်း(၃)ခန်းဖြင့်ရေးသားပြုစုထားပါတယ်။ဒီ့အပြင်လူတန်းစားအလွှာအသီးသီးဖြစ်ကြတဲ့-အီလက်ထရွန်းနစ်လုံခြုံရေးလုပ်ငန်းလုပ်ကိုင်နေကြတဲ့ပညာရှင်များ၊စီးပွားရေးလုပ်ငန်းရှင်များ၊ဝါသနာရှင်များ၊နည်းပညာကောလိပ်/တက္ကသိုလ်/အထက်တန်းကျောင်းများမှအင်ဂျင်နီယာကျောင်းသား/သူများ၊သာမကလုံခြုံရေးလုပ်ငန်းအပ်နှံလိုသူများ(customers)အတွက်ပါဗဟုသုတဖြစ်ဖွယ်လေ့လာလို့ရအောင်အဖက်ဖက်မှအချိန်ယူကြိုးစားပြုစုထားခဲ့ပါတယ်။ဒီစာအုပ်ကိုလေ့လာဖတ်ရှုခြင်းအားဖြင့်-စာဖတ်သူများအချိန်ကုန်ရကျိုးနပ်စေဖို့လည်းအတတ်နိုင်ဆုံးကြိုးစားထားပါတယ်။အဲဒီလိုဖြစ်လိမ့်မယ်လို့လည်းမျှော်လင့်မိပါတယ်။

လုံခြုံရေးလုပ်ငန်းကိုခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာကြည့်ရင်အဓိကအပိုင်းကြီး ၃ ပိုင်းရှိတာတွေ့ရပါလိမ့်မယ်။ Intrusion Detection System-IDS ၊ CCTV Security System ၊ Electronic Entry Control System-EECS. . . တို့ဖြစ်ကြပါတယ်။အခုဒီစာအုပ်ရဲ့အခန်း(၁)မှာအဲဒီလုံခြုံရေးကဏ္ဍကြီး၃ရပ်ရဲ့တစ်ခုစီအကြောင်းအကျဉ်းချုပ်ကိုအနည်းငယ်စီဖော်ပြပေးထားပါတယ်။အဓိကအားဖြင့်ဒီစာအုပ်တွဲ၂တွဲဟာ- CCTV Security System ကို Focus လုပ်ထားတဲ့စာအုပ်တွဲတွေဖြစ်ပါတယ်။ကျန်နှစ်မျိုးကိုလည်းဆက်လက်ရေးသားသွားဦးမှာပါ။ကျွန်တော်တို့ရဲ့နိုင်ငံတော်တည်ဆောက်ရေးလုပ်ငန်းများနှင့်ပုဂ္ဂိကလုပ်ငန်းများမှာCCTV လုံခြုံရေးနှင့်ပတ်သက်ပြီးကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်ပါဝင်လာတာတွေ့လာရတဲ့အတွက်၊လောလောဆယ်မှာဒါလေးကိုအရင်ဆုံးရေးဖို့စိတ်ကူးမိပြီး၊အကောင်အထည်ဖော်ဖြစ်သွားတာပါ။ဒီစာအုပ်မှာစာတွေ့အခြေခံအကြောင်းများသာမကလက်တွေ့လုပ်ငန်းခွင်ဆိုင်ရာအတွေ့အကြုံများကိုပါကွက်လပ်မကျန်ရစေအောင်နှင့်တတ်နိုင်သမျှနားလည်လွယ်အောင်ဖန်တီးထည့်သွင်းပေးထားပါတယ်။

CCTVဆင်တယ်ဆိုတာသာမန်အားဖြင့်ကြည့်ရင်တော့ဘာမှမခက်ဘူးဖို့ပြောကောင်းပြောကြပါလိမ့်မယ်။ဘာဖြစ်လို့လဲဆိုတော့ဒီနေ့ကွန်ပျူတာခေတ်မှာနေရာတိုင်း Plug and Play Devices တွေကစိုးမိုးထားတာဆိုတော့လည်းလက်ခံရမလိုပါပဲ။ဒါပေမယ့်ဒီလိုပြောနိုင်တာသေချာတာတခုကတော့တော်ရုံတန်ရုံအပျော်တမ်းအဆင့်ထိလောက်တော့မှန်ကောင်းမှန်ပါလိမ့်မယ်။စီမံကိန်းဝင်စီးပွားဖြစ်အဆင့်(Professional level)တော့ဘယ်တန်းဝင်ပါ့မလဲ။'ဆရာ' 'မပြ'-ငပိဖုတ်တောင်'နည်းမကျ'လို့ရှေးပညာရှင်ကြီးများမိန့်ဆိုထားတယ်မဟုတ်ဘူးလား။

CCTV လုံခြုံရေးစနစ်ကို လေဆိပ်များ၊ သင်္ဘောဆိပ်များ၊ရထားဘူတာရုံများ၊အဝေးပြေးကားဂိတ်များ၊ဆေးရုံ/ဆေးခန်းများ၊ဘဏ်များ၊ပြတိုက်များ၊စက်ရုံ/အလုပ်ရုံများ၊စာသင်ကျောင်းများ၊ Shopping Center/Super Market များ၊မော်တော်ကားလမ်းဆုံမီးပွိုင့်များ၊သုတေသနဌာနများ၊ထောက်လှမ်းရေးနှင့်သူလျှိုလုပ်ငန်းဌာန

များ. . . စသည်တို့မှာကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်အသုံးပြုနေကြတာတွေ့ရပါလိမ့်မယ်။

အဲဒီလို CCTV တပ်ဆင်ထားကြတဲ့ရည်ရွယ်ချက်အမျိုးမျိုးရှိကြတဲ့အနက်-အချို့ကအသက်အန္တရာယ်လုံခြုံရေးအတွက်ကာကွယ်ဖို့ရည်ရွယ်တပ်ဆင်ကြသူများရှိသလို၊ပစ္စည်းဥစ္စာဓနလုံခြုံရေးအတွက်ရည်ရွယ်အသုံးပြုကြသူများလည်းရှိပါတယ်။အချို့ကျတော့စည်းကမ်းထိန်းသိမ်းမှုပိုင်းဆိုင်ရာကွပ်ကဲလိုတဲ့ရည်ရွယ်ချက်နဲ့ကင်မရာကိုထင်သာမြင်သာတမင်တကာတပ်ဆင်ပြီး၊ကြိုတင်သတိပေးစာများရေးသားကာပရိယာယ်ဆင်အယောင်ပြတပ်ဆင်ထားခြင်းမျိုးလည်းရှိပါတယ်။အဲဒီကင်မရာမျိုးကို Trick Camera လို့ခေါ်ပါတယ်။အဲဒါနဲ့ပြောင်းပြန်ရည်ရွယ်ချက်ကတော့ကင်မရာမှန်းမသိအောင်-နာရီပြကွဒိန်၊ကစားစရာအရုပ်၊မီးခြစ်၊ပန်းအိုး၊စာအုပ်၊လက်ကိုင်ဖုန်း. . . စသဖြင့်အသွင်ယူရုပ်ဖျက်တပ်ဆင်ထားတဲ့သူလျှိုကင်မရာ(Spy camera)မျိုးတပ်ဆင်အသုံးပြုတဲ့အဖွဲ့အစည်း၊လူပုဂ္ဂိုလ်များလည်းရှိပါတယ်။တချို့ဆိုဘာရယ်ညာရယ်မဟုတ်ပါဘူး။စတိုင်တမျိုးအနေနဲ့ပိုက်ဆံပေါလို့တပ်တာမျိုးတောင်ရှိပါသေးတယ်။ဘယ်လိုရည်ရွယ်ချက်မျိုးနဲ့ပဲ၊တပ်သည်ဖြစ်စေ၊နည်းစနစ်မှန်ကန်စွာမိမိတို့ရဲ့ရည်မှန်းချက်ပန်းတိုင်ပစ်မှတ်ထိမှန်ဖို့သာပဓါနကျတာမို့၊အဖက်ဖက်မှရှုမြင်သုံးသပ်နိုင်ရမှာဖြစ်ပါတယ်။အီလက်ထရွန်းနစ်နည်းပညာတစ်ခုတည်းချည်းပဲ၊အားပြုဆောင်ရွက်လို့မရပါဘူး။လုံခြုံရေးအမြင်၊စိတ်ပညာသဘောတရား၊ယုတ္တိဗေဒအခြေခံ၊စီမံခန့်ခွဲမှုဆိုင်ရာအကြောင်းအချက်များ၊တွေးခေါ်မျှော်မြင်ပုံ. . . စတဲ့အခြားယှက်နွယ်ပတ်သက်နေတဲ့အကြောင်းတရားများကိုလည်းအနှံ့အစပ်သိရှိထားဖို့လိုအပ်ပါတယ်။အခုစာအုပ်မှာ-ဒီလိုရည်မှန်းချက်တွေကိုတတ်နိုင်သမျှဖြည့်စွက်ပေးနိုင်တဲ့အယူအဆများကိုထည့်ပေးထားပါတယ်။ဒ့ါအပြင်အီလက်ထရွန်းနစ်ကိရိယာများမှာတွေ့ကြုံရတတ်တဲ့ Interference လိုဟာမျိုးကြောင့်စနစ်မတည်ငြိမ်မှုကိုဘယ်လိုကာကွယ်ရမလဲဆိုတာတွေလည်းပြည့်ပြည့်စုံစုံဖော်ပြပေးထားပါတယ်။

ဒီစာအုပ်ဟာ Fundamental လို့ဆိုထားပေမယ့် CCTV လုံခြုံရေးစနစ်နဲ့ဆိုင်တဲ့ အခြေခံအုတ်မြစ်ချပေးတဲ့စာအုပ်မျိုးဖြစ်ပါတယ်။အီလက်ထရွန်းနစ်အခြေခံစာအုပ်မဟုတ်တဲ့အတွက်ဒီစာအုပ်လေ့လာတဲ့အခါအီလက်ထရွန်းနစ်နဲ့ဆိုင်တဲ့အခြေခံသဘောတရားတွေကိုဦးစွာလေ့လာသိရှိထားပြီးဖြစ်ဖို့လိုပါလိမ့်မယ်။ဒါမှအီလက်ထရွန်းနစ်နှင့်ယှဉ်တွဲလေ့လာရမယ့်အချို့အခန်းတွေကိုဖတ်တဲ့အခါလွယ်ကူအဆင်ပြေပါလိမ့်မယ်။

ဒီစာအုပ်ဟာတိုက်ရိုက်ဘာသာပြန်ထားတဲ့စာအုပ်တစ်အုပ်မဟုတ်သလို၊သီအိုရီမပါလက်တွေ့သက်သက်စာအုပ်မျိုးလည်းမဟုတ်ပါဘူး။ခေတ်မမှီတဲ့စာအုပ်တစ်အုပ်မဟုတ်သလို၊ခေတ်လွန်စာအုပ်မျိုးလည်းမဟုတ်ပါဘူး။ဒီနေ့ရောက်ရှိနေတဲ့ပစ္စုပ္ပန်ကာလနဲ့အကိုက်ညီဆုံး(အလျှော်ညီကန်ဆုံး)ဖြစ်အောင်ပြုစုထားတဲ့စာအုပ်တစ်အုပ်ဖြစ်ပါတယ်။လက်တွေ့နယ်ပယ်အတွက်အားထားလောက်တဲ့အရည်အသွေးများဖြင့်သာမက၊စီမံကိန်းကြီးများဒီဇိုင်းချတဲ့အခါတွေးခေါ်ရမယ့်သဘောတရားအယူအဆတွေကိုပါအထောက်အကူပြုစေဖို့ရည်ရွယ်ရေးသားထားပါတယ်။ဘယ်အရာမှအပြည့်အစုံဆုံးဆိုတာမရှိရိုးအမှန်ဆိုတာသဘာဝပါ။ဒီနေ့ပြည့်စုံပေမယ့်မနက်ဖြန်'ဟာကွက်'ဖြစ်လာမှာသေချာပါတယ်။ကျွန်တော့်ရဲ့ဒီစာအုပ်မှာလည်း'ဟာကွက်'ရှိမှာသေချာပါတယ်။အကောင်းဆုံးလို့မပြောရဲပါဘူး။ကျွန်တော့်ထက်'သိတဲ့'၊'တတ်တဲ့'သူတွေအများကြီးရှိကြမှာသေချာပါတယ်။ဒါကြောင့်လိုအပ်နေတာလေးများရှိခဲ့ရင်၊ကျွန်တော့်ကိုထောက်ပြပြုပြင်ပေးပါ။ဝမ်းမြောက်ဝမ်းသာကြိုဆိုလက်ခံနေပါ့မယ်။ကျွန်တော်ရဲ့စာအုပ်ကိုအချိန်ကုန်၊ငွေကုန်၊ စိတ်ပန်း. . . စတဲ့အကြောင်းတွေအပေါ် အမှုမထားပဲ၊လေ့လာဖတ်ရှုကြသူစာဖတ်သူပရိတ်သတ်အပေါင်း၊အကြံပြုသူအပေါင်းတို့အားလည်းကောင်း၊စာဖတ်သူတို့ထံရောက်ရှိအောင်ဖြန့်ချိပေးကြသောစာအုပ်ဆိုင်များနှင့်သက်ဆိုင်ရာပုဂ္ဂိုလ်အသီးသီးတို့အားလည်းကောင်း၊ ဒီစာအုပ်ဖြစ်မြောက်အောင်အဖက်ဖက်မှဝိုင်းဝန်းပံ့ပိုးပေးကြသောပုဂ္ဂိုလ်များ၊အဖွဲ့အစည်း

များအားလည်းကောင်း၊အခြားသောကျေးဇူးတင်ထိုက်သူအားလုံးတို့အားလည်းကောင်း. . . ရင်ထဲမှလှိုက်လှိုက်လဲလဲ အထူးပင်ကျေးဇူးဥပကာရတင်ရှိပါကြောင်းပြောပါရစေ။

ဒီနေ့ကမ္ဘာကြီးရဲ့ပုံစံဟာနည်းပညာကမ္ဘာကြီးဖြစ်နေပါပြီ။တိုင်းပြည်တပြည်ရဲ့စွမ်းအားဟာ နည်းပညာဘယ်လောက်ဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်သလဲဆိုတဲ့အချက်ပေါ်မှာအဓိကမှီခိုနေပါတယ်။The Power is The Technologyဆိုသလိုပါပဲ။ခွန်အားဘယ်လောက်ကြီးကြီး၊ဥစ္စာဓနဘယ်လောက်ကြွယ်ဝပါစေ၊နည်းပညာနိမ့်ကျနေရင်လုံခြုံမှုနဲ့တည်မြဲမှုမရှိနိုင်ပါဘူး။မကြာသေးတဲ့ဆယ်စုနှစ်ကာလခန့်ကပြီးဆုံးသွားခဲ့တဲ့စစ်ပွဲတွေကိုကြည့်ရင် နည်းပညာသာသူရဲ့အောင်ပန်းဆင်နိုင်မှုတွေကိုတွေ့ရမှာပါ။ကိုယ့်မှာနည်းပညာမရှိလို့သူများဆီမှဝယ်ယူသုံးစွဲမယ် ဆိုပြန်ရင်လည်းလုံခြုံရေးရှုထောင့်အရစိတ်ချနိုင်စရာလုံးဝမရှိပါဘူး။ကိုယ့်ရဲ့ကိုယ်ပိုင်နည်းပညာမှသာစိတ်ချရမယ် ဆိုတာသိသာထင်ရှားနေပါတယ်။သူများနိုင်ငံမှအတတ်ပညာနှင့်ပစ္စည်းတွေဝယ်ယူသုံးစွဲကုန်သွယ်နေရုံနဲ့ကျေနပ် နေလို့မပြီးတော့ပါဘူး။မျိုးချစ်စိတ်ဓါတ်ကိုအရင်းတည်ပြီး၊တိုင်းပြည်နှင့်လူမျိုးဂုဏ်သိက္ခာမြှင့်တင်နိုင်အောင် ကျွန်တော်တို့အားသွန်ခွန်စိုက်ကြိုးစားကြရပါမယ်။အခြားနိုင်ငံများနဲ့ရင်ဘောင်တန်းနိုင်အောင်ဦးစွာကြိုးစားပြီး၊ နောက်တဆင့်အနေနဲ့ကျော်ဖြတ်နိုင်အောင်ကြိုးစားကြရမှာဖြစ်ပါတယ်။စည်းကမ်းစနစ်ကျပြီး၊စိတ်ဓါတ်ကြံ့ခိုင်တဲ့ လူတော်လူကောင်းများ၊သီလ၊သမာဓိ၊ပညာဂုဏ်တွေနဲ့ပြည့်စုံကြွယ်ဝတဲ့၊လူ့စွမ်းအားအရင်းအမြစ်များ. . . တသွင်သွင် ပေါ်ထွက်နေဖို့မိဘများ၊အခြေခံပညာသင်ကျောင်းများမှဆရာ၊ဆရာမများ၊ကျွန်တော်တို့စာရေးသူများ၊နည်းပြဆရာများ မှာအဓိကတာဝန်ရှိတယ်လို့မြင်ကြဖို့လိုပါပြီ။ထမင်းရှာစားတတ်ရုံ၊ဘွဲ့လေးတစ်ခုရရုံပုံပိုးမှုလောက်နဲ့မိဘများ၊ဆရာများ-ကျေနပ်နေလို့မပြီးတော့ပါဘူး။ငွေကြေးကိုချည်းပဲရှေ့တန်းတင်လွန်းနေလို့မဖြစ်တော့ပါဘူး။မှန်ကန်တဲ့အသိတရားနဲ့ မွန်မြတ်တဲ့စေတနာလေးတွေလည်းမွေးမြူသွားကြဖို့လူငယ်မောင်မယ်လေးများကိုတိုက်တွန်းလိုပါတယ်။နိုင်ငံရေး စကားလုံးနဲ့ပြောရင်ဒီနေ့ဟာပြည်သူ့ခေတ်ပါ။စည်းကမ်းစနစ်ကျပြီး၊မှန်ကန်တဲ့အတွေးအမြင်ရှိရပါမယ်။ခေါင်းဆောင် လည်းကောင်းရမှာဖြစ်သလို၊နောက်လိုက်တွေလည်းကောင်းဖို့လိုပါတယ်။ကောင်းအောင်လည်းအစဉ်တစိုက်ကြိုးစား နေကြရပါမယ်။ကြိုးစားရင်ကြိုးစားသလောက်အခွင့်အရေးတွေအများကြီးရရှိလာပါပြီ။အရင်လိုဆိုရှယ်လစ်စနစ်မျိုး လည်းမဟုတ်တော့ပါဘူး။မကြိုးစားရင်ကျန်နေရစ်ခဲ့မှာမြေကြီးလက်ခပ်မလွဲပါပဲ။ဒီမိုကရေစီရဲ့အရသာတကယ်ခံစား ချင်ရင်တော့-တကယ်ကြိုးစားကြရမှာဖြစ်ပါကြောင်းတင်ပြလိုက်ရပါတယ်။

နိဂုံးချုပ်အနေနဲ့ကျွန်တော့်ကိုအခုလို့ဦးစိုးအောင်(သုတေသီ)ရယ်လို့ဖြစ်လာအောင်မွေးဖွားသန့်စင် ပေးခဲ့တဲ့ကျေးဇူးရှင်ဖေဖေနှင့်မေမေအားလည်းကောင်း၊အခြေခံကျောင်းပညာနှင့်အတတ်ပညာများအားမူလတန်း မှစပြီး၊ဘွဲ့ရတဲ့အထိနှင့်အင်ဂျင်နီယာ၊သင်တန်းနည်းပြ၊စာရေးဆရာတဦးဖြစ်လာအောင်အဖက်ဖက်မှသင်ကြားပို့ချပေး ခဲ့ကြတဲ့သင်ဆရာ၊မြင်ဆရာ၊ကြားဆရာအားလုံးတို့အားလည်းကောင်း၊ဒီစာအုပ်ဖြင့်ဂါရဝရှေ့ထားရိုသေဦးညွှတ်ရှိခိုး ကန်တော့လိုက်ပါကြောင်းပြောကြားရင်း. . . အမှာစာရေးသားခြင်းကိုရပ်နားခွင့်ပြုပါဦးခင်ဗျား။

စေတနာများစွာဖြင့်

စိုးအောင်(သုတေသီ)

စာရေးသူရဲ့အတွေ့အကြုံ(အကျဉ်း)

ဆရာ-ဦးစိုးအောင်(သုတေသီ)၏ ငယ်နာမည်ရင်းမှာ-ဦးအောင်စိုးဦးဖြစ်ပါသည်။အီလက်ထရွန်းနစ် လုပ်ငန်းနယ်ပယ်အတွင်း Professional အဖြစ်ဝင်ရောက်ခဲ့သော ၁၉၈၂ ခုနှစ်ရောက်မှ လုပ်ငန်းသုံးအမည် ဦးစိုးအောင်ဟုပြောင်းလဲခဲ့ပါသည်။၁၉၈၂ခုနှစ်မှ၁၉၈၆ခုနှစ်အထိပြည်ပနိုင်ငံခြားသားပညာရှင်များနှင့်အတူဆေးရုံအများအပြားတွင် X-ray machines များ၊ E.C.G machines များနှင့်အခြား Medical Equipments များအား Service and Installations ဆိုင်ရာအင်ဂျင်နီယာလုပ်ငန်းများလုပ်ကိုင်ခဲ့ပါသည်။၁၉၈၆ခုနှစ်မှ ၁၉၈၉ခုနှစ်အထိ ရန်ကုန်အပြည်ပြည်ဆိုင်ရာလေဆိပ်(မင်္ဂလာဒုံ)-ရေဒီယိုအင်ဂျင်နီယာဌာန(ကွန်ပျူတာဌာနခွဲ)တွင်တာဝန်ထမ်းဆောင်ခဲ့ပါသည်။ထိုသို့တာဝန်ထမ်းဆောင်နေစဉ်-ကမ္ဘာ့ကုလသမဂ္ဂလက်အောက်ခံအဖွဲ့ဖြစ်သောအပြည်ပြည်ဆိုင်ရာမြို့ပြလေကြောင်းအဖွဲ့(International Civil Aviation Orginaization-ICAO)နှင့်ပြည်ထောင်စုမြန်မာနိုင်ငံတော်-ပို့ဆောင်ဆက်သွယ်ရေးဝန်ကြီးဌာနတို့ပူးပေါင်းဖွင့်လှစ်သည့် Aeronautical Radio Maintenance Course များကိုတက်ရောက်ခွင့်ရရှိပြီး၊ထူးချွန်စွာသင်တန်းများပြီးဆုံးအောင်မြင်ခဲ့ပါသည်။

၁၉၈၈ခုနှစ်တွင် သင်္ဘောလျှပ်စစ်အရာရှိ (E.O)သင်တန်းများစတင်ပို့ချခဲ့သည်။၁၉၉၂ ခုနှစ်တွင် သုတေသီ-အင်ဂျင်နီယာရင်းကုမ္ပဏီဖွဲ့စည်း၍လျှပ်စစ်နှင့်အီလက်ထရွန်းနစ်သင်တန်းကျောင်းနှင့်စီမံကိန်းလုပ်ငန်းကြီးများစတင်တာဝန်ယူလုပ်ကိုင်ခဲ့သည်။ ၂၀၀၀ခုနှစ်တွင်ဦးစိုးအောင်(သုတေသီ)ဟူသောကလောင်အမည်ဖြင့်အီလက်ထရွန်းနစ်ဆိုင်ရာစာအုပ်များရေးသားပြီး၊တရားဝင်ထုတ်ဝေခဲ့သည်။ ၂၀၀၃ခုနှစ်အထိစာအုပ်စုစုပေါင်း(၇)အုပ်အထိရေးသားထုတ်ဝေခဲ့သည်။ ၂၀၀၃ခုနှစ်မှယနေ့အထိအခြားစီမံကိန်းလုပ်ငန်းများတွင်ကိုယ်ဖိရင်ဖိဆောင်ရွက်နေရသောကြောင့်စာအုပ်ရေးသားခြင်းနှင့်(အီလက်ထရွန်းနစ်အင်ဂျင်နီယာကျောင်းသားများအတွက်သင်တန်းအနည်းငယ်မှအပ)အခြားအသုံးချအီလက်ထရွန်းနစ်ပြုပြင်ရေးသင်တန်းများပို့ချခြင်းကိုခေတ္တရပ်ဆိုင်းထားခဲ့ပါသည်။

ယခုအခါတွင်ဦးစိုးအောင်(သုတေသီ)၏ဘဝတလျှောက်ရရှိခဲ့သောနည်းပညာများ၊အတွေ့အကြုံများအား-အားမာန်ပြည့်ဖြင့်ချီတက်နေသောနိုင်ငံတော်သစ်ကြီးဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်ရေးတွင်အုတ်တချပ်သဲတပွင့်ပမာတာဝန်ထမ်းဆောင်နိုင်ကြစေရန်နောင်လာနောင်သားမျိုးဆက်သစ်ပညာရှင်များအား-မွေးမြူဖြန့်ဝေပေးခဲ့လိုသည့်ပြင်းပြသောမူလဆန္ဒကိုအကောင်အထည်ဖော်သည့်အနေဖြင့်နည်းပညာရပ်ဆိုင်ရာစာအုပ်များ၊ဆောင်းပါးများ၊သင်တန်းပို့ချခြင်းများကိုစဉ်ဆက်မပြတ်ဆက်လက်ဆောင်ရွက်သွားမည်ဖြစ်ပါကြောင်း-လူငယ်မောင်မယ်အပေါင်းနှင့်မိတ်ဆွေအပေါင်းတို့အားကြိုတင်သတင်းကောင်းပါးအပ်ပါသည်။

သက်ဇွဲထက်
တာဝန်ခံ
ကံ့ကော်ငြိမ်းစာပေထုတ်လုပ်ရေး

CHAPTER 1

INTRODUCTION TO ELECTRONIC SECURITY SYSTEM

1.1:What is ESS ? ၃

1.2:Three Major Element of ESS ၄

- 1.2.1:IDS (Intrusion Detection System) ၅
- 1.2.2:CCTV (Closed Circuit Television) ၉
- 1.2.3:EECS (Electronic Entry Control System) ၁၂

1.3:Security Center Equipmemt ၁၅

- 1.3.1:Security Center Area ၁၅
- 1.3.2:Console Consideration ၁၇
- 1.3.3:Room Layout ၂၀
- 1.3.4:Other Considerations ၂၂

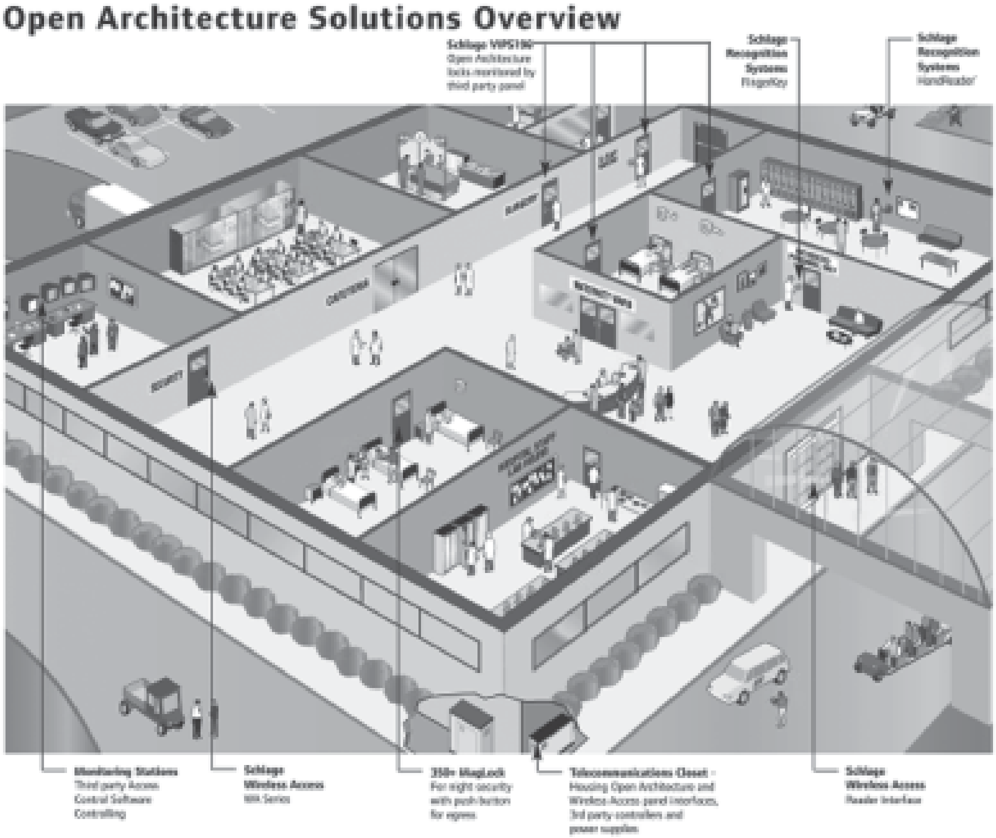
1.4:Grounding,Shielding And Transient Protection ၂၄

- 1.4.1:Types of Interference ၂၄
- 1.4.2:Transient Protection Devices ၂၆
- 1.4.3:Grounding ၂၆
- 1.4.4:Shielding ၂၉

1.1 : What is ESS ?

အံ့မခန်းဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်နေတဲ့ဒီနေ့ကမ္ဘာကြီးမှာ-လူသားတို့ရဲ့ဘဝရေရှည်ရှင်သန်ရပ်တည်နိုင်ဖို့အတွက် လုံခြုံရေးလို့ခေါ်တဲ့ "**Security**" ကိစ္စဟာမရှိမဖြစ်လိုအပ်ချက်တစ်ရပ်ဖြစ်လာနေပြီဆိုတာအားလုံးအသိပဲဖြစ်မှာပါ။နိုင်ငံတော်အချုပ်အချာအာဏာတည်တံ့ခိုင်မြဲဖို့ပဲကြည့်ကြည့်၊ လူတစ်ဦးချင်းစီရဲ့ အသက်အန္တရာယ်ဘေးကင်းမှုရှုထောင့်အရပဲကြည့်ကြည့်. . . လုံခြုံရေးဟာအလွန်ပဲအရေးကြီးလှပါတယ်။ ကုန်ထုတ်လုပ်ငန်းစက်ရုံအလုပ်ရုံ၊ဆေးရုံ/ဆေးခန်း၊ရထားဘူတာရုံ၊လေယာဉ်ကွင်း၊ဘဏ်၊ဈေး၊ စာသင်ကျောင်း. . . စတဲ့လုပ်ငန်းတွေရဲ့ စီးပွားရေး၊လူမှုရေး. . . အောင်မြင်မှုဟာလုံခြုံရေးစနစ်ဘယ်လောက် ထိရောက်မှုရှိသလဲ ဆိုတဲ့အပေါ်မှာများစွာမူတည်နေတယ်ပါတယ်။

အရင်ကတော့လုံခြုံရေးကိစ္စဆောင်ရွက်ရာမှာ-လူရဲ့စွမ်းအားကိုပဲ အပြည့်အဝရယူအသုံးပြုခဲ့ပါတယ်။ ဆိုလိုတာကတော့အထူးလေ့ကျင့်ထားတဲ့လူသားလုံခြုံရေးဝန်ထမ်းတွေရဲ့အကူအညီနဲ့ဆောင်ရွက်တာကိုဆိုလိုတာပါ။ဥပမာ-ကန့်သတ်နယ်မြေအတွင်းစကားဝှက်ဖြင့်လုံခြုံရေးဝန်ထမ်းထံ ဖြေကြားဝင်ခွင့်ပြု



ပုံ (၁-၁) ဆေးရုံသုံးအီလက်ထရွန်းနစ်လုံခြုံရေးစနစ် နမူနာတစ်ခု

စေခြင်းမျိုး၊အရောင်းဆိုင်ကြီးများတွင်ခိုးဝှက်မှုများမရှိစေရန် လုံခြုံရေးဝန်ထမ်းများအားမျက်ခြေမပြတ်စောင့်ကြည့်စေခြင်းမျိုး. . . တို့ဆိုလိုသည်။သို့ပင်ငြားလည်းကောင်းမွန်သောလေ့ကျင့်မှုများဖြင့်မည်မျှပင်ဆောင်ရွက်ထားသည်ဖြစ်စေကာမူ၊ မနုဿလူသားမှာ-အားနည်းချက်အမျိုးမျိုးရှိနေတာကြောင့်ထိရောက်တဲ့လုံခြုံရေးကိုရည်မှန်းချက်တိုင်းအတွက် စွမ်းရည်ပြည့်မဆောင်ရွက်နိုင်ဘူးဆိုတာ လက်တွေ့အတွေ့အကြုံတွေအရနောက်ပိုင်းမှာသိလာကြပါတယ်။မနုဿလူသားတွင် သတ္တလောကမှအခြားဘယ်သက်ရှိသတ္တဝါမှယှဉ်လို့မရတဲ့အားသာချက်များရှိသလို၊ ဘယ်သက်ရှိသတ္တဝါမှာမှ မတွေ့ရနိုင်တဲ့အားနည်းချက်တွေလဲရှိပါတယ်။အဲဒီအားနည်းချက်တွေထဲမှာလုံခြုံရေးစည်းထိပါးနှောက်ယှက်စေတတ်တဲ့အားနည်းချက်မျိုးဟာအထူးသတိထားရမယ့်အချက်ဖြစ်ပါတယ်။ဒီအချက်တွေကြောင့်လူသားရဲ့နေရာမှာအခြားသက်မဲ့လုံခြုံရေးဆိုင်ရာအထောက်အကူပစ္စည်းတွေရဲ့အကူအညီဖြင့်လုံးဝသော်လည်းကောင်း၊လူသားနဲ့ပူးတွဲတာဝန်ယူစေခြင်းဖြင့်သော်လည်းကောင်းအစားထိုးဖို့နည်းလမ်းများရှာကြံကြိုးစားခဲ့ကြပါတယ်။

၁၉၀၁ ခုနှစ်မှာမာကိုနီ (Marconi)ရဲ့ မိုင်ထောင်ပေါင်းများစွာဝေးကွာတဲ့ ကမ္ဘာ့ပထမဆုံးအတ္တလန်တိတ်သမုဒ္ဒရာဖြတ်ကြိုးမဲ့ရေဒီယိုအသံလွှင့်ခြင်းဖြင့်အီလက်ထရွန်းနစ်ခေတ်ကို အစပြုပေးခဲ့ရာမှ တဖန်၁၉၀၆ခုနှစ်မှာဒီဖောရက်(De forest)ကအီလက်ထရွန်စီးကြောင်းကို လိုသလိုထိန်းချုပ်နိုင်တဲ့လေဟာနယ်ထရိုင်အုတ်မီးသီး(Triode Vacuum Tube)ကိုတီထွင်ပေးနိုင်ခဲ့မှုကြောင့်အီလက်ထရွန်းနစ်လောကရဲ့ဖွံ့ဖြိုးမှုအရှိန်အဟုန်ဟာ အံ့မခန်းတိုးတက်ခဲ့ရပါတယ်။အခုဆိုရင်-လူ့ဘောင်လောကကြီးတစ်ခုလုံးဟာအီလက်ထရွန်းနစ်နဲ့တန်ဆာဆင်ထားနိုင်ခဲ့ပြီဖြစ်ပါတယ်။e-Mail, e-Book, e-Commerce, e-Education, e-Government, e-Warfare . . . စုံလို့ပါပဲ။ကွန်ပျူတာစာစီစာရိုက်ဆိုတဲ့စကားလုံးတောင်တကယ်ဆိုရင် e-DTP လို့ခေါ်ရင်ပိုမှန်ပါမယ်။ဘာဖြစ်လို့လဲဆိုတော့အီလက်ထရွန်းနစ်ဆိုတဲ့စကားလုံးပါဝင်ဟာကွန်ပျူတာဆိုတဲ့စကားလုံးထက်ပိုပြီးမြင့်မားထယ်ဝါလို့ပါ။ပြီးတော့ကွန်ပျူတာဆိုတဲ့စက်ဟာ အီလက်ထရွန်းနစ်ရဲ့ဆင့်ပွားနည်းပညာအခွဲလေးနဲ့တည်ဆောက်ထားတဲ့လူ့ဘောင်လောကရဲ့အသုံးအဆောင်တစ်ခုမျှသာဖြစ်နေလို့ပါ။

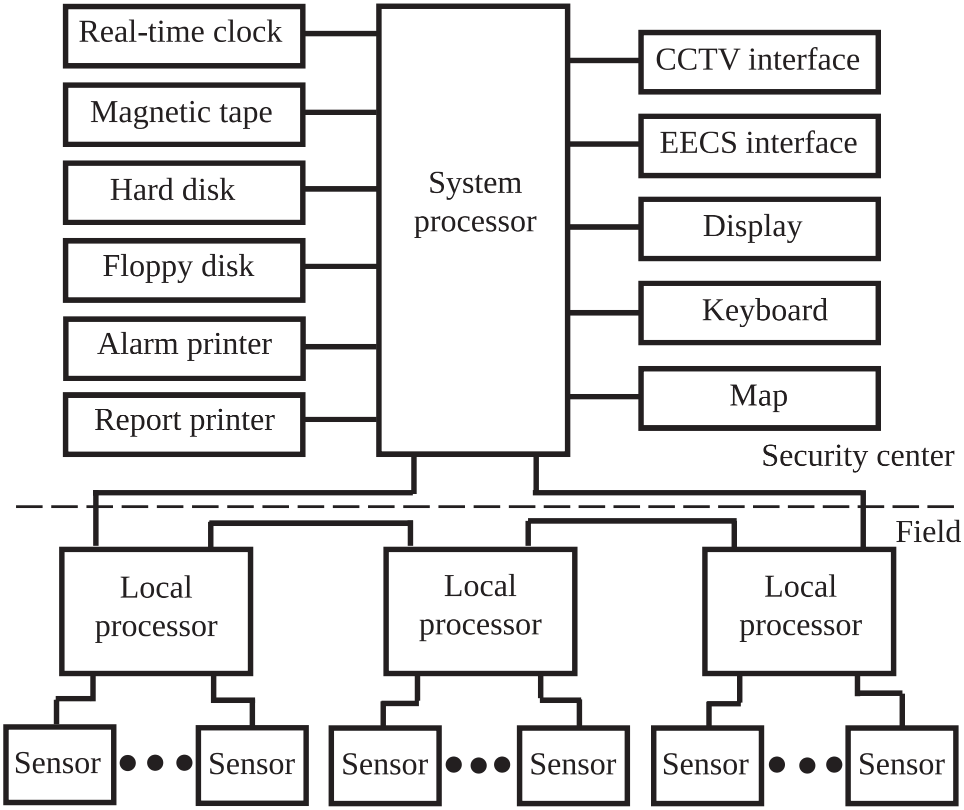
နည်းပညာတရှိန်ထိုး တိုးတက်နေတဲ့ဒီနေ့ကမ္ဘာကြီးမှာအခုဆိုရင်လုံခြုံရေးဆိုင်ရာအထောက်အကူပြုစက်ပစ္စည်းတွေကိုအီလက်ထရွန်းနစ်နည်းပညာနဲ့စွမ်းရည်ပြည့်ထုတ်လုပ်လာကြပါပြီ။အီလက်ထရွန်းနစ်ပစ္စည်းတွေနဲ့လုံခြုံရေးစနစ်ဆောင်ရွက်တာကိုElectronic Security System(ESS)လို့ခေါ်တာဖြစ်ပါတယ်။ဒီစာအုပ်မှာအီလက်ရွန်းနစ်လုံခြုံရေးစနစ်နဲ့ဆိုင်တဲ့အင်ဂျင်နီယာရှုထောင့်အရအခြေခံလိုအပ်ချက်တွေကိုအဓိကချမှတ်ဖော်ပြပေးသွားမှာဖြစ်ပါတယ်။

1.2 : Three Major Elements of ESS

အီလက်ထရွန်းနစ်လုံခြုံရေးစနစ်တွေဆောင်ရွက်တဲ့အခါ အမျိုးအမည်မတူတဲ့ ပစ္စည်းအစိတ်အပိုင်းပေါင်းများစွာနဲ့တကွ သူတို့နဲ့ပူးတွဲအသုံးပြုရတဲ့ Interfaces တွေလည်းများစွာပါဝင်နေတာကိုတွေ့ရမှာပါ။ ဒါပေမယ့် အဓိကခြုံငုံလိုက်မယ်ဆိုရင်တော့ Major elements ၃ ခုပဲ ရှိတာတွေ့ရပါတယ်။ အဲဒါတွေကတော့-Intrusion Detection System(IDS) ၊ Closed Circuit Television (CCTV) system ၊ Electronic Entry Control System (EECS) တို့ဖြစ်ကြပါတယ်။

1.2.1 : Intrusion Detection System(IDS)

သတ်မှတ်ကန့်သတ်ထားတဲ့လုပ်ငန်း(ဒါမှမဟုတ်)နေရာဒေသတစ်ခုသို့အခွင့်မရှိပဲ၊ ကျူးကျော်ချင်းနင်းဝင်ရောက်ခြင်း၊စွက်ဖက်ခြင်း၊ နှောက်ယှက်ခြင်း-ပြုတာကို“**Intrusion**”လို့ခေါ်ပါတယ်။အဲဒီလိုပြုမူတဲ့လူပုဂ္ဂိုလ်ကိုတော့ “**Intruder**” လို့ခေါ်ပါတယ်။သတ်မှတ်ကန့်သတ်ထားတဲ့နေရာတစ်ခုမှာ Intruder



ပုံ(၁-၂) Typical IDS Configuration

တစ်ဦးဝင်ရောက် လာတာကိုအာရုံခံရှာဖွေအချက်ပေးဖို့ရည်ရွယ်ချက်နဲ့ချမှတ်ထားတဲ့စနစ်ကို Intrusion Detection System (IDS)လို့ခေါ်ပါတယ်။ဥပမာ-အိမ်ခြံစည်းရိုးအတွင်းအခွင့်မရှိပဲ၊ ဝင်လာတဲ့အခါအသိပေးတဲ့စနစ်မျိုးလိုပေါ့။IDS စနစ်တစ်ခုမှာပါတဲ့ components တွေကိုကြည့်မယ်ဆိုရင်-**Alarm annunciation system** တစ်ခု၊ **Data Transmission Medium** လို့ခေါ်တဲ့ **DTM** တစ်မျိုးမျိုး၊

အတွင်းပိုင်းအာရုံခံပစ္စည်းများ**(Interior sensors)**၊ အပြင်ပိုင်းအာရုံခံပစ္စည်းများ**(Exterior sensors)** . . . စသည်တို့ပါဝင်ဖွဲ့စည်းနေတာတွေ့ရပါမယ်။ပုံ(၁-၂)မှာIDSစနစ်တစ်ခုအတွက် typical configuration ကိုဖော်ပြပေးထားပါတယ်။ဒီအပိုင်းတွေကိုတစ်ခုချင်းစီအလိုက်၊အကျဉ်းလောက်တော့ကျွန်တော်ရှင်းပြပါဦးမယ်။

➲ **Alarm annunciation system** - IDS စနစ်ကြီးတစ်ခုလုံးကိုစီမံကွပ်ကဲညှိနှိုင်းထိန်းချုပ်ပေးနေတဲ့ coordinator သဖွယ်အစိတ်အပိုင်း(modular)ကြီးတစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။သူ့ကို computer-based system နဲ့တည်ဆောက်လာကြပါပြီ။ပုံ(၁-၂)မှာတွေ့ရတဲ့ System processor လို့ရေးထားတဲ့ Block ဟာအခုရှင်းပြနေတဲ့လုပ်ငန်းကိုထမ်းဆောင်ဖို့ထည့်ထားတဲ့ module ဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီ module ရဲ့လုပ်ငန်းစဉ်အချို့ကတော့-သူနဲ့ချိတ်ဆက်ထားတဲ့ ကြားခံပစ္စည်းတွေ(peripheral devices)ကိုထိန်းချုပ်ပေးဖို့၊ အလိုအလျောက်အချက်ပေးမှုလုပ်ငန်းစဉ်တွေဖြစ်တဲ့ automated alarm functions များ ထုတ်လုပ်ပေးခြင်း၊ သတိပေးအစီရင်ခံမှုများထုတ်ပြန်ပေးခြင်း (alarm reporting)၊ ဖြစ်စဉ်များမှတ်တမ်းတင်ခြင်း (event logging) . . . ဆိုတဲ့ operator interfaces တွေကိုဆောင်ရွက်မှာဖြစ်ပါတယ်။

➲ **Operator interfaces**-စက်ရဲ့ alarms နှင့်data တွေကို operator အား display လုပ်ပေးခြင်း၊ keyboard , monitor နှင့်မြေပုံပြကွက်(map display)တွေမှတဆင့် operator ထည့်ပေးလိုက်တဲ့ commands တွေ၊ instructions တွေကိုစက်အားလက်ခံစေခြင်း. . . စတဲ့လုပ်ငန်းများကိုဆောင်ရွက်တဲ့အခါကြားခံအဖြစ်အကူအညီပေးမှာဖြစ်ပါတယ်။ပုံ(၁-၂)မှ Display , Keyboard , Map လို့ရေးထားတဲ့ Block ၃ခုဟာ Operator interfaces တွေဖြစ်ပါတယ်။

➲ **Alarm printer**- alarms တွေရဲ့permanent record များ၊ real-time control functions များ၊ alarms တို့နဲ့အတူယှဉ်တွဲနေတဲ့ operator inputs များ. . . စသည်တို့ထုတ်ပေးဖို့ရည်ရွယ်ထည့်သွင်းထားတဲ့ on line report printer ဖြစ်ပါတယ်။

➲ **Report printer**- off line reports တွေထုတ်ဖို့ထည့်ထားတဲ့ printer ဖြစ်ပါတယ်။

➲ **Hard disk**- operating system software နှင့် data တွေသိုလှောင်ထားဖို့အသုံးပြုတဲ့ high-density random access mass storage device တစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။

➲ **Floppy disk**- reports နဲ့ data တွေကို ယာယီသိမ်းဆည်းဖို့အတွက်လည်းကောင်း၊ hard disk ထဲထည့်သွင်းမယ့်ကနဦး software installation လုပ်တဲ့အခါမှာလည်းကောင်း၊ အသုံးပြုရတဲ့ medium-density random access mass storage device တစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။

➲ **Magnetic tape system**- hard disk ထဲမှ software များနှင့် data များကို backup လုပ်ပြီး၊ စက်ရဲ့ပြင်ပမှာမှတ်တမ်းတင်သိမ်းဆည်းထားလိုတဲ့အခါအသုံးပြုတဲ့ high-density mass storage device တစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။

➲ **System real time clock**- battery နှင့် backup လုပ်ပြီး၊ပုံမှန်ကွာခြားချိန် (regular intervals) များရှိသော clocks လှိုင်းပြတ်များဖြင့် system ကိုအချိန်ကိုက် (synchronize) လုပ်ဆောင်စေပါတယ်။ဒါ့အပြင် CCTV နှင့် EECS တို့အတွက် အချိန်နှင့်တပြေးညီ data များ ဆောင်ရွက်ခြင်း

ကိုလည်း ပံ့ပိုးကူညီပေးပါတယ်။

➲ **Map display**- system ထဲမှာပါဝင်တဲ့ တည်နေရာတွေနဲ့အာရုံခံကိရိယာတို့ရဲ့အခြေအနေတို့ကို လွယ်လင့်တကူအလျှင်အမြန်ရှာဖွေကြည့်ရှုလို့ရအောင် ရုပ်ပုံနဲ့ကိုယ်စားပြုဖော်ပြတဲ့ သရုပ်ဖော်ကားချပ်ဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီကားချပ်ဟာ Operator ရဲ့လုပ်ငန်းစဉ်များ ချောမွေ့အဆင်ပြေမှုကို အထောက်အကူရစေပါတယ်။

➲ **CCTV Interface**-alarm annunciation system မှ CCTV video switch သို့အချိန်ကာလအားလျော်စွာထုတ်ပေးနေတဲ့digital alarm data များနှင့် CCTV စနစ်ရဲ့ video loss detector မှ alarm data များကိုလက်ခံဖို့ဆောင်ရွက်ဖို့ထည့်ထားတဲ့ Interface ဖြစ်ပါတယ်။

➲ **EECS Interface**- EECS central processor ထံမှပေးပို့လိုက်တဲ့ digital alarm အခြေအနေပြ data များ၊ လက်ခံဖို့ထည့်ထားတဲ့ Interface ဖြစ်ပါတယ်။

➲ **Local(Field) processor**- interior (သို့) exterior sensors များဖြင့်ကာကွယ်ထားတဲ့ဧရိယာတစ်ခုအတွင်းစီစဉ်နေရာချထားတဲ့ ဒီဂျစ်တယ်စနစ်တစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီ processor ဟာ sensors တို့ရဲ့အခြေအနေကို monitor လုပ်ပြီး alarm annunciation system ထံမှသတင်းပေးပို့ချက်များကိုပြန်လည်တုန့်ပြန်ဆောင်ရွက်ပေးမှာဖြစ်ပါတယ်။

➲ **DTM**- data တွေသယ်ယူပို့ဆောင်ပေးတဲ့ link တစ်ခုဖြစ်ပြီး၊ ဝါယာလိုင်းများ၊ fiber optics များ၊ coaxial cable (သို့) radio frequency transmission များဖြစ်နိုင်ပါတယ်။

➲ **Interior intrusion detection sensors**- အဆောက်အဦးတစ်ခုအတွင်း အလွန်ကျယ်ပြန့်တဲ့ ဟင်းလင်းပြင်များ(သို့မဟုတ်)သီးသန့်သတ်မှတ်နေရာများအတွင်းသို့ အခွင့်မရှိပဲ၊ ဝင်ရောက်ခြင်းကိုအာရုံခံရှာဖွေပေးဖို့အသုံးပြုတဲ့ ပစ္စည်းအစိတ်အပိုင်းများဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီ sensors တွေဟာ ကာကွယ်ရေးဧရိယာတစ်ခုအတွက်အောက်ဖော်ပြပါလုပ်ငန်းစဉ်သုံးမျိုးအနက်တစ်မျိုးမျိုးကိုလုပ်ဆောင်ပေးမှာဖြစ်ပါတယ်။

၁) သတ်မှတ်နယ်နမိတ်အတွင်း **ထွင်းဖောက်ဝင်ရောက်ခြင်းကိုထောက်လှမ်းရှာဖွေခြင်း၊**
၂) သတ်မှတ်နယ်နမိတ်အတွင်း **လှုပ်ရှားမှုတစ်ခုခုကိုထောက်လှမ်းရှာဖွေခြင်း၊**
၃) သတ်မှတ်နယ်နမိတ်အတွင်း **သတ်မှတ်ထားတဲ့ထူးခြားနှောက်ယှက်မှုတစ်ခုခုကိုထောက်လှမ်းရှာဖွေခြင်း၊** . . . တို့ဖြစ်ပါတယ်။

➲ **Boundary penetration sensors** - ကန့်သတ်တားမြစ်ထားတဲ့ နယ်နမိတ်တွေဖြစ်ကြတဲ့ နံရံများ(walls)၊မျက်နှာကျက်များ(ceilings)၊ဟောင်းလောင်းပေါက်ပွင့်နေချောင်းများ(duct openings)၊ လူဝင်/ထွက်တံခါးပေါက်များ(doors)၊လေဝင်/ထွက်ပြူတင်းပေါက်များ(windows). . . စသည်တို့အတွင်းသို့ထိုးဖောက်ဝင်ရောက်ခြင်းကို အာရုံခံထောက်လှမ်းပေးနိုင်တဲ့ပစ္စည်းတွေကိုခေါ်တာဖြစ်ပါတယ်။အောက်ဖော်ပြပါ sensors တွေဟာ boundary penetration sensors အမျိုးအစားတွေဖြစ်ပါတယ်။

၁) Vibration sensors (တုန်ခါမှုသိ အာရုံခံ)၊
၂) Heat sensors (အပူသိ အာရုံခံ)၊
၃) Passive ultrasonic sensors (အသံလွန်လှိုင်းသုံးအစွမ်းမဲ့ အာရုံခံ)၊

၄) Door position sensors (တံခါးအနေအထားသိ အာရုံခံ) ၊
၅) Glass breakage sensors (မှန်ကွဲသိ အာရုံခံ) ၊
၆) Grid wire sensors (ဆန်ခါဝါယာကွန်ယက်ဆင် အာရုံခံ) ၊
၇) Photoelectric sensors (အလင်းလျှပ်စစ် အာရုံခံ) ၊

➲ **Volumetric motion sensors**- လုံခြုံရေးယူထားတဲ့အခန်းတစ်ခုအတွင်း(protected volume အတွင်း)လှုပ်ရှားမှုတစ်ခုကိုရှာဖွေအာရုံခံပေးနိုင်သောပစ္စည်းများဖြစ်ပါသည်။အောက်မှာပေးထားတဲ့ sensors တွေဟာ volumetic sensors တွေဖြစ်ပါတယ်။

၁) Ultrasonic motion sensors (အသံလွန်လှိုင်းသုံး လှုပ်ရှားမှုအာရုံခံ)၊
၂) Microwave motion sensors (မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)လှိုင်းသုံး လှုပ်ရှားမှုအာရုံခံ)၊
၃) Infrared motion sensors (အနီအောက်ရောင်ခြည်သုံး လှုပ်ရှားမှုအာရုံခံ)၊
၄) Video motion sensors (ဗီဒီယိုအချက်ပြသုံး လှုပ်ရှားမှုအာရုံခံ)၊

➲ **Point sensors** - intruder တစ်ယောက်ဟာပစ္စည်းတစ်ခုကိုအလစ်သုတ်ခြင်း၊ကိုင်တွယ်ခြင်း၊ ပစ္စည်းအနီးသို့ချဉ်းကပ်ခြင်း . . . စတဲ့အပြုအမူတခုခုပြုလုပ်ခြင်းကိုအာရုံခံထောက်လှမ်းပေးနိုင်တဲ့ sensors တွေကိုခေါ်ပါတယ်။အောက်ပါ sensors တွေဟာ point sensors တွေဖြစ်ကြပါတယ်။

၁) Capacitance sensors (လျှပ်သိုသတ္တိ အာရုံခံ)၊
၂) Pressure mats (ဖိအားသိဖျာချပ်)၊
၃) Pressure switches (ဖိအားသိ ခလုပ်)၊

➲ **Duress alarm devices**- အသက်အန္တရယ်ချိန်းချောက်မှုနဲ့ကြုံရတဲ့အခါမှာဖြစ်စေ၊ အရေးပေါ်အခြေအနေတစ်ရပ်ပေါ်ပေါက်တဲ့အခါမှာဖြစ်စေ၊ တမင်အချက်ပေးသံမြည်အောင်ဆောင်ရွက်တဲ့ alarm devices ဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီ alarm devices တွေဟာပုံသေတပ်ဆင်ထားတာလည်းဖြစ်နိုင်သလို၊ ရွှေ့လို့ပြောင်းလို့ရတဲ့ ပစ္စည်းမျိုးလည်းဖြစ်နိုင်ပါတယ်။

➲ **Exterior intrusion detection sensors**-ကန့်သတ်တားမြစ်ထားတဲ့ဧရိယာနယ်နမိတ်ဘောင်ကိုဖြတ်သန်းဝင်ရောက်လာတဲ့ intruder တစ်ယောက်ကိုအာရုံခံထောက်လှမ်းပေးနိုင်တဲ့ ပြင်ပဧရိယာသုံး sensors တွေကိုခေါ်တာဖြစ်ပါတယ်။

➲ **Fence sensors**- ခြံစည်းရိုးတိုင်နှင့်အကာအရံများကိုဖယ်ရှားပစ်ခြင်း၊ဖြတ်တောက်ခြင်း၊ ခြံစည်းရိုးပေါ်တွယ်တက်ခြင်း. . . စသည်တို့ပြုလုပ်တာကိုအာရုံခံထောက်လှမ်းပေးတဲ့ sensors တွေကိုခေါ်ပါတယ်။အောက်ပါပစ္စည်းတွေဟာ fence sensors အမျိုးအနွယ်တွေဖြစ်ကြပါတယ်။

၁) Mechanical fence sensors (စက်မှုနည်းစနစ်သုံးခြံစည်းရိုးကျော်အာရုံခံ)၊
၂) Electromechanical fence sensors (လျှပ်စစ်စက်မှုနည်းစနစ်သုံးခြံစည်းရိုးကျော်အာရုံခံ)၊
၃) Strain sensitive cable sensors (တင်းအားသိကြိုးသုံးအာရုံခံ)၊
၄) Taut wire sensors (လိမ်အားသိဝါယာကြိုးသုံးအာရုံခံ)၊
၅) Electric field sensors (လျှပ်စစ်စက်ကွင်းသုံးအာရုံခံ)၊
၆) Capacitance proximity sensors (ချဉ်းကပ်မှု-လျှပ်သိုသတ္တိပြောင်းအာရုံခံ)၊

➲ **Buried line sensors**- များသောအားဖြင့် နယ်ခြားဇုန် (isolation zone)တစ်ခုသဖွယ် ဖြစ်နေတဲ့ခြံစည်းရိုးနှစ်ခုအကြား၊မြေအောက်မှာမြှုပ်နှံထားတဲ့ detection cables တွေကိုခေါ်တာဖြစ်ပါတယ်။

➲ **Line-of-sight sensors**- စွမ်းအင်ရောင်စဉ်လှိုင်း (beam)တစ်ရပ်ကို ထုတ်လုပ်ထားပြီး intruder တစ်ယောက်ကို အာရုံခံမိတဲ့အခါလက်ခံထားတဲ့ စွမ်းအင်ကိုအပြောင်းအလဲတစ်ခုဖြစ်အောင်လုပ်ပေးနိုင်တဲ့ sensor ကိုခေါ်တာဖြစ်ပါတယ်။အောက်ပါတို့ဟာ line-of-sight sensors မျိုးနွယ်တွေဖြစ်ကြပါတယ်။

၁) Microwave sensors (မိုက်ခရိုဝေ့(ဗ်) လှိုင်းသုံး အာရုံခံ)၊

၂) Infrared sensors (အနီအောက်ရောင်ခြည်လှိုင်းသုံး အာရုံခံ)၊

➲ **Video motion sensors**- အဆက်မပြတ်ပြသနေတဲ့ဗီဒီယိုပုံရိပ်တွေကို နှိုင်းယှဉ်ကြည့်ရှုတဲ့နည်းနဲ့ intruder တစ်ဦးရှိနေတာကို အာရုံခံထောက်လှမ်းတဲ့ sensors ကိုခေါ်တာဖြစ်ပါတယ်။

1.2.2 : Closed Circuit Television (CCTV)

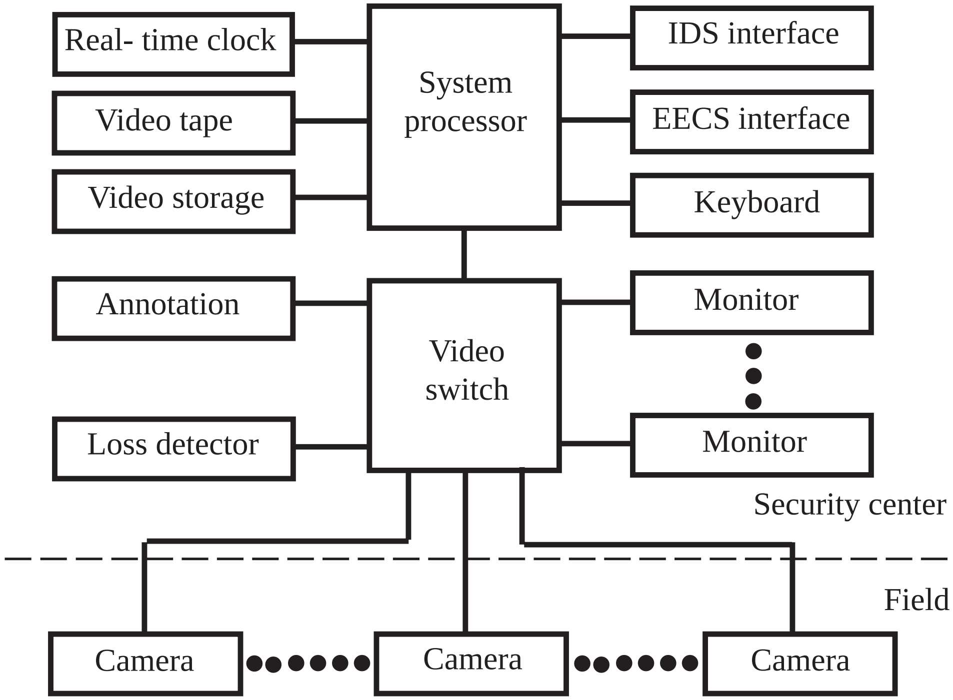
CCTV စနစ်တစ်ခုမှာပါဝင်လေ့ရှိတဲ့ အစိတ်အပိုင်းတွေကိုပုံ(၁-၃)မှာဖော်ပြထားပါတယ်။အဲဒီအစိတ်အပိုင်းတွေရဲ့လုပ်ငန်းလုပ်ဆောင်ပုံကို အနှစ်ချုပ်ကြည့်ရင်- **video processing** ၊ **display system** ၊ **DTM** ၊ **Cameras . . .** ဆိုတဲ့အရေးကြီးတဲ့အဓိကလုပ်ငန်းစဉ်၄ရပ်သာရှိတာကိုတွေ့ရမှာပါ။

➲ **Video processing and display system**- အဲဒီအပိုင်းဟာစနစ်ကြီးတစ်ခုလုံးရဲ့ ဗီဒီယိုဆိုင်ရာအလိုအလျှောက်ဆောင်ရွက်မှုလုပ်ငန်းစဉ်များ၊ ကြားခံပစ္စည်းတွေရဲ့ထိန်းချုပ်မှုစနစ်များ၊ operator interface ၊ assessment and surveillance displays၊ event logging. . . စတဲ့လုပ်ငန်းကိစ္စအဝဝကို ညှိနှိုင်းစီမံပူးပေါင်းလုပ်ဆောင်ဖို့ ကွန်ပျူတာအခြေခံနည်းပညာဖြင့် ဖွဲ့စည်းတည်ဆောက်ထားတဲ့ modular ဖြစ်ပါတယ်။ပုံ(၁-၃)မှ System processor ဟာ အခုပြောနေတဲ့ Module ပါ။

➲ **Operator's interface**- ဗီဒီယိုပုံရိပ်များနှင့်ကင်မရာကိုယ်ပိုင်နံပါတ်များကို display လုပ်ခြင်း၊ operator ရဲ့ commands များကိုလက်ခံခြင်း. . . စတဲ့ကိစ္စတွေကို operator's interface မှဆောင်ရွက်ပေးပါလိမ့်မယ်။keyboard ၊ video monitors များ၊ pan, tilt, zoom ကင်မရာများအတွက် controls များဟာ အခုပြောနေတဲ့ Operator's interfaces တွေဖြစ်ပါတယ်။

➲ **Video switch**- ကင်မရာများနဲ့မော်နီတာများကို ဆက်သွယ်ပေးတဲ့ modular စနစ်သဖွယ် အသုံးပြုတဲ့ အပိုင်းခွဲတစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။ အဲဒီ switch ကို operator ရဲ့ keyboard ကနေ manually ထိန်းချုပ်တဲ့နည်းဖြင့်လည်းကောင်း၊ digital processor ရဲ့ထိန်းချုပ်မှုနည်းဖြင့်လည်းကောင်း၊ မောင်းနှင်ဆောင်ရွက်ပါတယ်။

➲ **Video loss detector**-ကင်မရာတစ်လုံးစီရဲ့အထွက်မှာ video signal ရှိ/မရှိဆိုတာ အာရုံခံထောက်လှမ်းရှာဖွေပြီး၊ video signal ပျောက်သွားတဲ့အခါအချက်ပေးဖို့ထည့်ထားတဲ့အပိုင်းဖြစ်



ပုံ(၁-၃) Typical CCTV system

ပါတယ်။ပုံ(၁-၃)မှ Loss detector လို့ရေးထားတဲ့ Block ကိုကြည့်ပါ။

➲ **Video monitors**- သင့်လျှော်ရာအဖြူ/အမည်း(သို့မဟုတ်)အရောင် monitor အမျိုးအစားတစ်မျိုးမျိုးကိုအသုံးပြီး၊ relay rack mounting သဏ္ဍာန်တပ်ဆင်အသုံးပြုနိုင်ပါတယ်။မော်နီတာများကိုတစ်လုံးမက၊အမြောက်အများတပ်ဆင်အသုံးပြုခြင်းဖြင့် alarms အခြေအနေများကိုစစ်ဆေးအကဲဖြတ်ခြင်းအားဆောင်ရွက်လို့ရစေပါတယ်။

➲ **Video storage devices**- magnetic tapes များ၊ hard disks များ၊ memory sticks လိုsolid state media များ. . . ကို.video storage devices အတွက်အသုံးပြုတတ်ပါတယ်။အဲဒီ device တွေထဲမှာသိုလှောင်သိမ်းထားတဲ့ selected images တွေဟာအရေးကြီးတဲ့မှုခင်းဖြစ်စဉ်တစ်ရပ်အား operator မှနောက်ကြောင်းပြန်လိုက်တဲ့အခါမှာဖြစ်စေ၊လိုအပ်တဲ့အခါအသုံးပြုနိုင်ဖို့မှတ်တမ်းတင်သိမ်းထားတဲ့အခါမှာဖြစ်စေ၊ အလွန်အသုံးဝင်လှပါတယ်။

➲ **Video annotation equipment** -ကင်မရာနှင့်ဆိုင်တဲ့အသေးစိတ်ဖော်ပြချက် (identification) များ၊ အချိန်နဲ့ဆိုင်တဲ့အချက်အလက်(Time,Data)တွေကို ဗီဒီယိုပုံကွက်ပေါ်မှာထပ်တင်ဖော်ပြတဲ့အခါအသုံးပြုရတဲ့ ပစ္စည်းတစ်မျိုးဖြစ်ပါတယ်။

➲ **CCTV real time clock**- CCTV အတွက် Real time clock ကို IDS clock ဖြင့်

ချိန်ကိုက်ထားပြီး၊ video annotation အတွက် Time နှင့်ဆိုင်တဲ့ အချက်အလက်များကို ထုတ်ပေးပါတယ်။

➲ **IDS interface**- Alarms အချက်ပြမှုများကို အချိန်အလိုက် assessment လုပ်ရန်နှင့် recording လုပ်နိုင်ရန်အတွက် video switch သို့ digital alarm data များကို အဲဒီ IDS interface မှတဆင့်လက်ခံဆောင်ရွက်ပေးမှာဖြစ်ပါတယ်။

➲ **EECS Interface**- အဝင်/အထွက်ဆိုင်ရာလုပ်ငန်းကိစ္စ (portal transcations)များနှင့်အတူ ဗီဒီယို information ၏ညှိနှိုင်းပေါင်းစပ်ဆောင်ရွက်ခြင်း(coordination)လုပ်ငန်းစဉ်အတွက် EECS interface မှအဝင်/အထွက်တည်နေရာ(portal's location)အသီးသီးသို့ transmits လုပ်ပေးပြီး၊ camera/portal selection အတွက် video switch data ကို receives လုပ်ပေးပါတယ်။

➲ **DTM**- ဝါယာလိုင်းများ၊ fiber optics များ၊ coaxial cable ၊ radio frequency transmission . . . စတဲ့ video နှင့် data သယ်ဆောင်ပေးတဲ့ link တွေကို Data Transmission Medium (DTM) လို့ခေါ်တာပါ။

➲ **CCTV Cameras**- လုံခြုံရေးယူထားတဲ့ ဧရိယာအတွင်းအခြေအနေကို အကဲဖြတ်ကြည့်ရှုရန်နှင့် alarms တွေကို assess လုပ်ဖို့ ကင်မရာတွေကိုအသုံးပြုပါတယ်။ကင်မရာတွေသုံးတဲ့အခါ interior အတွက်သော်လည်းကောင်း၊ exterior အတွက်သော်လည်းကောင်း၊ ပုံသေမြင်ကွင်းကြည့်ဖို့တပ်ဆင်ထားတဲ့ပုံစံနဲ့သော်လည်းကောင်း၊ဘယ်/ညာ၊ထက်/အောင်၊ နီး/ဝေး (Pan , Tilt , Zoom) အမျိုးမျိုးပြောင်းလို့ရတဲ့တပ်ဆင်မှုပုံစံနဲ့သော်လည်းကောင်းအသုံးပြုတတ်ကြပါတယ်။

➲ **Imaging media**- အဖြစ်အသုံးပြုတဲ့ကင်မရာမျိုးနှယ်စုနှစ်စုရှိပါတယ်။အဲဒါတွေကတော့-လေဟာနယ်မီးသီးနည်းပညာ(vacuum tube technology)အခြေခံတဲ့ကင်မရာအုပ်စုနဲ့အခဲအခြေနည်းပညာ(solid state technology)အခြေခံတဲ့ကင်မရာအုပ်စုဆိုပြီးရှိပါတယ်။

vacuum tube နည်းပညာသုံး ကင်မရာအမျိုးအစားအချို့ကိုအောက်ပါအတိုင်းဖော်ပြပေးလိုက်ပါတယ်။

၁) Vidicon ၊
၂) Silicon diode ၊
၃) Silicon intensifier target ၊
၄) Intensified silicon intensifier target ၊
၅) Zinc selenide ၊

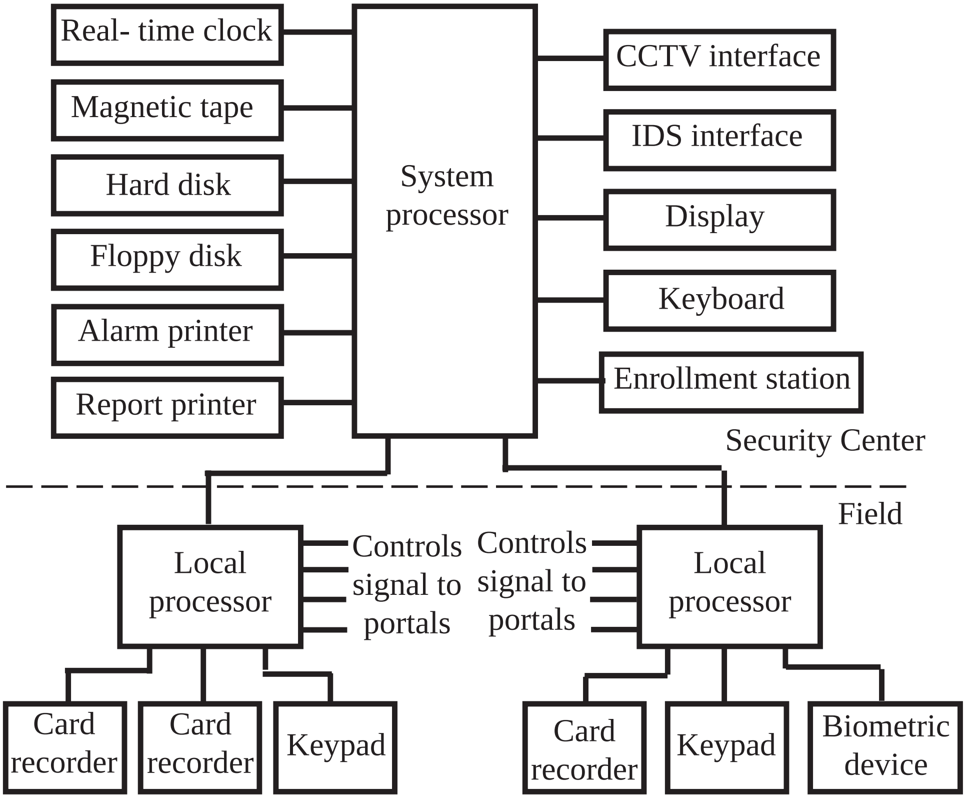
Solid state နည်းပညာသုံးကင်မရာအမျိုးအစားအချို့ကို အောက်မှာဖော်ပြပေးလိုက်ပါတယ်။

၁) Charge coupled ၊
၂) Charge priming ၊
၃) Metal oxide silicon ၊
၄) Charge induced ၊

1.2.3 : EECS Components

ပုံ(၁-၄)မှာ EECS လုံခြုံရေးစနစ်အတွက် typical configuration ကိုဖော်ပြပေးလိုက်ပါတယ်။အဲဒီမှာ-processing and display system၊ enrollment station၊ DTM ၊ entry control devices တို့ကိုအဓိကအပိုင်းကြီးများအနေနဲ့တွေ့ရမှာပါ။

➲ **Processing and display system**- automated entry ကိစ္စများ၊ personal accountability လုပ်ငန်းများ၊ alarm functions များ၊ peripheral devices တွေရဲ့ control လုပ်ငန်းစဉ်များ၊ operator interfaces လုပ်ငန်းများ၊ alarm reporting များ၊ locking devices များကို controlling ကိစ္စများ၊ event logging များ. . . စသည့်စနစ်ကြီးတစ်ခုလုံးရဲ့လုပ်ငန်းစဉ်တို့ကိုကြီးကြပ်ကွပ်ကဲ စီမံစေဖို့ထည့်ထားတဲ့ computer-based module တစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။



ပုံ(၁-၄) Typical ECCS system

➲ **The central processor**- security areas တို့ရဲ့ အဝင်ဝများ(portalsများ)၌အဝင် (ingress)/အထွက်(egress)ဆိုင်ရာလုပ်ငန်းများ၊ စီမံထိန်းချုပ်မှုကိစ္စတွေနဲ့ဆိုင်တဲ့ operating programs များကိုထားရှိအသုံးပြုတတ်ပါတယ်။အဲဒီ programs တွေမှာအောက်ဖော်ပြပါ functions အားလုံးဖြစ်စေ၊ တချို့ဖြစ်စေ ပါဝင်တတ်ပါတယ်။

၁) Logging ၊
၂) Time zoning ၊
၃) Area zoning ၊
၄) Occupant lists ၊

➲ **The operator interface**- alarms များနဲ့ data များအား operator သို့ display လုပ်ပေးခြင်း၊ operator ရဲ့ commands များကိုလက်ခံပေးခြင်းများဆောင်ရွက်တဲ့. . . interface တွေဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီမှာ-keyboard ၊ video monitor ၊ locking devices တွေအတွက် manual control တွေ. . . ပါဝင်တတ်ပါတယ်။

➲ **The alarm printer**- အဝင်/အထွက်ဆိုင်ရာလုပ်ငန်းကိစ္စတွေ (portal transaction) ဖြစ်တဲ့. . . operator inputs တွေ၊ alarms တွေ၊ real time control functions တွေကို permanent record ထုတ်ပေးတဲ့ printer ဖြစ်ပါတယ်။

➲ **The report printer**- off-line reports တွေထုတ်ဖို့တပ်ဆင်ထားတဲ့ printer ဖြစ်ပါတယ်။

➲ **The hard disk** - operating system software နဲ့ data တွေ သိမ်းဆည်းသိုလှောင်ဖို့ထည့်ထားတဲ့ high-density randon access mass storage device ဖြစ်ပါတယ်။

➲ **The floppy disk**- ပုံမှန်အားဖြင့် temperary storage လုပ်ဖို့နဲ့ hard disk ပေါ်ကို ကနဦး software installation လုပ်တဲ့အခါအသုံးပြုရတဲ့ medium-density random access mass storage device ဖြစ်ပါတယ်။

➲ **The magnetic tape system**- hard disk ထဲထည့်ထားတဲ့ software တွေနဲ့ data တွေကို backup လုပ်ပြီး၊မှတ်တမ်းတင်သိမ်းထားဖို့အသုံးပြုတဲ့ high density mass storage device တစ်မျိုးဖြစ်ပါတယ်။

➲ **Real-time clock**- IDS ကနေ synchronized လုပ်ပေးနေတဲ့ clock ဖြစ်ပြီး control functions များနဲ့ ရက်စွဲ(နေ့၊ရက်၊လ၊ခုနှစ်အချိန်)(chronological time)မှတ်တမ်းထိုးခြင်း. . . စသည်တို့လုပ်ဆောင်ဖို့သုံးပါတယ်။

➲ **CCTV interace**- ကင်မရာရွေးချယ်ခြင်းနဲ့အဝင်-အထွက်ရွေးချယ်ခြင်းတို့ (camera/portal selection)လုပ်ဆောင်တဲ့အခါ digital video switch data များပို့ဆောင်ပေးခြင်း၊ရုပ်ပုံဆိုင်ရာအချက်အလက်များစီမံကွပ်ကဲရန်(video information coordination)အတွက်အဝင်ရဲ့တည်နေရာ (potal location) ကိုလက်ခံပေးခြင်း. . . စတဲ့လုပ်ငန်းတွေတာဝန်ယူလုပ်ဆောင်ဖို့ထည့်ထားတဲ့ interface ဖြစ်ပါတယ်။

➲ **IDS interface**- digital alarm data များပို့ဆောင်ခြင်း၊ time update data များ လက်ခံခြင်း . . . စတဲ့လုပ်ငန်းတွေကိုတာဝန်ယူလုပ်ကိုင်ဖို့ထည့်ထားတဲ့ interface ဖြစ်ပါတယ်။

➲ **Local (field) processor**- အဝင်/အထွက်နေရာ(potal)အနီးချထားတဲ့ digital system တစ်ခုဖြစ်ပြီး၊ entry control devices နဲ့ locking mechanisms တို့ရဲ့အခြေအနေတွေကို monitors လုပ်ပေးပါလိမ့်မယ်။ဒါ့အပြင် processing နှင့် display system မှ signals တွေကိုလည်းတုံ့ပြန်မှုများ (responds) လုပ်ပေးပါလိမ့်မယ်။

➲ **Enrollment station**- မှတ်ပုံတင်ထားတဲ့ဝန်ထမ်းများနဲ့မှတ်ပုံမတင်ရသေးတဲ့ဝန်ထမ်းများကိုခွဲခြားစိစစ်ပြီး EECS အတွင်းသို့ ပံ့ပိုးတဲ့ station တစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီနေရာမှာ dedicated keyboard နှင့် monitor တစ်စုံပေးထားတတ်ပြီး၊ အဲဒီပစ္စည်းတွေ(keyboards နဲ့ monitors)ကို security center မဟုတ်တဲ့အခြားနေရာတွေမှာချပေးထားတတ်ပါတယ်။

➲ **DTM**- ဝါယာလိုင်း၊ fiber optics ၊ coaxial cable ၊ radio frequency transmission တွေလိုမျိုး data ပို့ဆောင်တဲ့ link တွေဖြစ်ပါတယ်။

➲ **Automated entry control devices**- coded devices ၊ credential devices ၊ biomatric devices . . . စသည့်နည်းစနစ်သုံးမျိုးအနက်တစ်မျိုးမျိုးဖြင့်လည်းကောင်း၊တစ်မျိုးထက်ပိုတဲ့နည်းဖြင့်လည်းကောင်း-အသုံးပြုပြီး ခွင့်ပြုဝန်ထမ်းဟုတ်/မဟုတ်စိစစ်ရွေးချယ်ဝင်ခွင့်ပြုစေတဲ့ပစ္စည်းတွေကို entry control devices တွေလို့ခေါ်ပါတယ်။ပုဂ္ဂိုလ်ရေးဆိုင်ရာအချက်အလက်တွေ (personal data)ကိုမှတ်တမ်းသွင်းနိုင်စေရန်နှင့်ကန့်သတ်ထားသောဧရိယာများ(restricted areas)အတွင်းသို့တစ်ဦးချင်းစီ ဝင်ခွင့်ပြုမိန့်ပေးအပ်နိုင်ရေးအတွက် မှတ်ပုံတင်ဌာနများ(enrollment stations)ထားပေးတတ်ပါတယ်။ enrollment stations တွေကို တာဝန်ခံအကြီးအမှူးဖြစ်တဲ့လုံခြုံရေးမန်နေဂျာရဲ့ကြီးကြပ်မှုအောက်မှာတာဝန်ယူလုပ်ဆောင်စေပါတယ်။

➲ **Coded devices**- ယခင်ကြိုတင်သိုလှောင်သိမ်းဆည်းထားခဲ့တဲ့လျှို့ဝှက်စာ၊ ဂဏန်း၊ သင်္ကေတ(stored code)ကို manually ထည့်သွင်းလိုက်တဲ့လျှို့ဝှက်စာ၊ဂဏန်း၊သင်္ကေတ(entered code) ဖြင့်တိုက်စစ်ပြီးမှန်မယ်ဆိုရင်ခွင့်ပြုတဲ့စက်မျိုးဖြစ်ပါတယ်။

➲ **Credential devices**- card (သို့) key တစ်ခုပေါ်မှာသိုလှောင်သိမ်းဆည်းထားတဲ့ လျှို့ဝှက်စာ၊ ဂဏန်း၊သင်္ကေတ (readable code) တွေကိုစက်ဖြင့်ဖတ်စေပြီး၊ စက်ထဲမှာယခင်ကြိုတင်သိုလှောင်သိမ်းဆည်းထားခဲ့တဲ့လျှို့ဝှက်စာ၊ဂဏန်း၊သင်္ကေတ (stored code)ဖြင့်နှိုင်းယှဉ်ပြီးမှန်လျှင်ခွင့်ပြုတဲ့စက်မျိုးဖြစ်ပါတယ်။

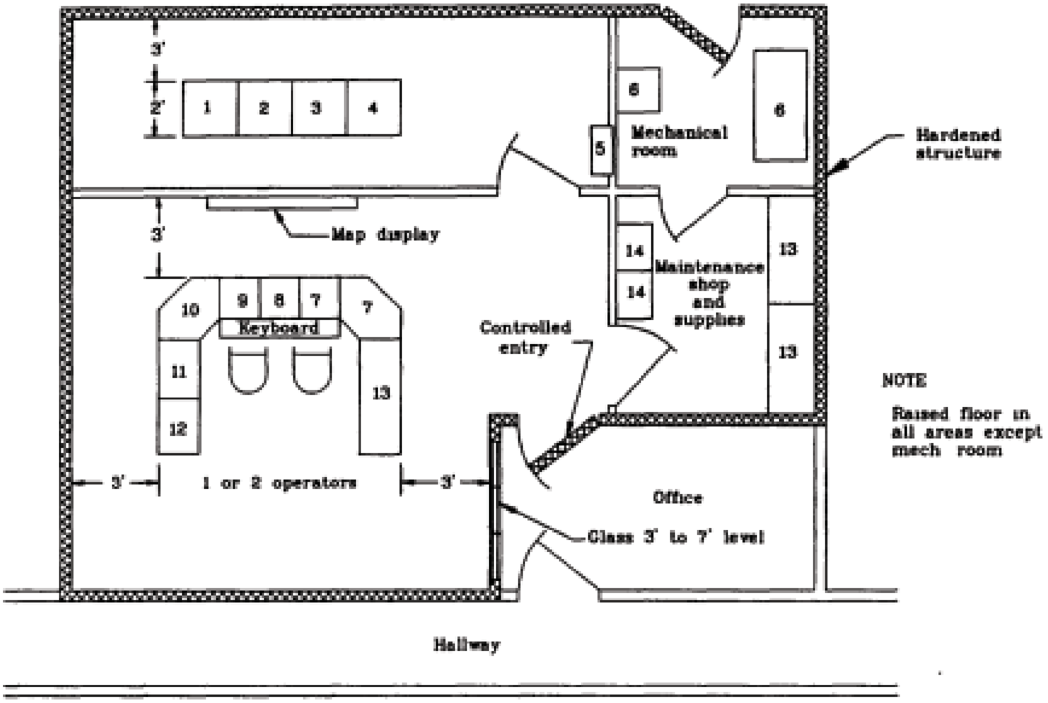
➲ **Biometric devices**- လူပုဂ္ဂိုလ်တစ်ဦးချင်းစီရဲ့ရုပ်ပိုင်းဆိုင်ရာအခြေခံအသွင်အပြင်လက္ခဏာ (physical characteristics)တစ်ခုခု(ဉပမာ-လက်ဗွေ၊မျက်နှာ. . . စသဖြင့်)ကိုဖြစ်စေ၊ တစ်ခုထက်ပို၍ဖြစ်စေ. . . စတဲ့အချက်အလက်တွေကို စက်အတွင်းသို့ တိုင်းတာရယူထည့်သွင်းပြီး၊ အဲဒီထည့်သွင်းလိုက်တဲ့ information နှင့်ယခင်ကြိုတင်သိုလှောင်သိမ်းဆည်းထားခဲ့တဲ့အချက်အလက်(stored data)တို့ကို နှိုင်းယှဉ်စစ်ဆေးခြင်းပြုပါတယ်။တကယ်လို့မှန်တယ်ဆိုရင်ခွင့်ပြုမှာဖြစ်ပြီးမှားရင်တော့ခွင့်ပြုမှာမဟုတ်ပဲ၊ ငြင်းပယ်မှာဖြစ်ပါတယ်။

1.3: Security Center Equipment

1.3.1: Security Center Area

alarm annuciation system ၊ video processing and display system ၊ EECS processing and display system ၊အခြားသောသက်ဆိုင်ရာကြားခံပစ္စည်းတွေထည့်သွင်းနေရာချထားတဲ့အခန်း(သို့)ဧရိယာတစ်ခုကို လုံခြုံရေးဗဟိုဌာန(security center area)လို့ခေါ်ပါတယ်။security center area ရဲ့ပတ်ဝန်းကျင်အခြေအနေ(environmental conditions) ကိုအပူချိန်အားဖြင့်ဆိုရရင် 65°F နှင့် 80°Fအကြားမှာလည်းကောင်း၊ နှိုင်းရစိုထိုင်းဆ(relative humidity)အားဖြင့်ဆိုရရင် 40% နှင့် 60% ကြားမှာလည်းကောင်းထားတတ်ကြပါတယ်။printers များ၊ equipment fans များနှင့်အခြားဆူညံသံထွက်စေတတ်တဲ့ပစ္စည်းတွေရဲ့ အသံဗလံများ လျော့နည်းအောင် အသံလုံမှုကိစ္စ (soundproofed) ကိုလည်း သင့်လျော်သလို ဆောင်ရွက်ထားသင့်ပါတယ်။ test equipments များ၊ spare parts များ၊အခြားစက်အကူပစ္စည်းများ(other auxiliary equipments). . . သိုလှောင်ထားဖို့အတွက်သော့ခတ်လို့ရတဲ့အခန်း(lockable space)တစ်ခန်းလည်းရှိဖို့လိုပါတယ်။ security center area ရဲ့အကျယ်အဝန်းဟာ hardware servicing လုပ်ဖို့အတွက်လုံလောက်တဲ့ အကျယ်အဝန်းရှိဖို့လည်းလိုအပ်ပါတယ်။အများအားဖြင့်ပရိဘောဂပစ္စည်းတွေရဲ့ရှေ့နောက်ဘေးဘယ်ညာတို့ ရဲ့နေရာတွေမှာ ၃ပေခန့်နေရာလွတ်ချန်ထားတဲ့ clear zone လုပ်ထားရပါမယ်။equipments တွေရဲ့မီးဘေးအန္တရယ်ကာကွယ်ရေးအစီအမံများကိုလည်း

ပုံ(၁-၅) **The sample of Security center**



1 Video switch and loss detector
2 Video processor, storage and annotation
3 IDS processor and storage
4 EEcs Processor and storage
5 Power panel
6 Back-up power
7 CCTV Monitors and keyboard
8 IDS display and keyboard
9 EECS display and keyboard
10 Map,intercom and telephone
11 Alarm printer
12 Report printer
13 Workspace
14 Storage

ပုံ(၁-၆) **Typical security center layout**

မီးသတ်အရာရှိနှင့်တိုင်ပင်ဆောင်ရွက်ထားသင့်ပါတယ်။ပုံ(၁-၆)မှာ security center area တစ်ခုမှာရှိသင့်တဲ့ typical layout နမူနာဒီဇိုင်းတစ်ခုကိုပြထားပါတယ်။

security center area မှာထိုင်မယ့် operator ဟာ equipments များကို monitoring လုပ်ရန်နှင့် controlling လုပ်ရန်အပြင် intrusion sensors များ၊ duress devices များ၊ electronic entry control equipment ၊ power control equipments ၊ CCTV နှင့် dispatching guards . . . စသည်တို့မှ ပို့လွှတ်တဲ့ assessment of alarms များ ၊ access (သို့) secure mode တစ်ရပ်ရပ်ဖြင့် sensors များကိုနေရာချခြင်း၊ remote sensor များကို အဝေးမှစမ်းသပ်ခြင်းနှင့် အလုပ်လုပ်ပုံအခြေအနေများကိုစစ်ဆေးခြင်း၊ လုပ်ငန်းလိုအပ်ချက်အရ electronic entry control ကိုအဝေးမှအသုံးပြုခြင်း၊ ပြုပြင်ရမည့် equipment ၏ အလုပ်လုပ်ပုံအခြေအနေကိုစစ်ဆေးခြင်း၊ maintenance ဝန်ထမ်းများအားအကူအညီပေးခြင်း. . . စတဲ့အလွန်များပြားလှတဲ့လုပ်ငန်းဆောင်တာတွေကိုပါပူးတွဲတာဝန်ယူထားရပါတယ်။ ပုံမှန်အားဖြင့်တော့ operator တစ်ယောက်မှာ electronic security system ဆိုင်ရာလုပ်ငန်းများအပြင် radio communication ၊ lock and key control ၊ armory management ၊ emergency equipment management. . . စတဲ့လုံခြုံရေးနှင့်ဆက်စပ်နေတဲ့လုပ်ငန်းများကိုပါထမ်းဆောင်ပေးရမှာဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီလိုများပြားလှတဲ့တာဝန်တွေကြောင့် operator ရဲ့ထိန်းချုပ်စက်ခလုပ်ခုံ (console) ထားမယ့်နေရာရွေးချယ်တဲ့အခါစိတ်ရှုတ်ထွေးခြင်းလည်းမရှိ၊စိတ်အာရုံလွင့်ပါးမှုလည်းအနည်းဆုံးဖြစ်နိုင်တဲ့ဆိတ်ငြိမ်နေရာမျိုးဖြစ်သင့်ပါတယ်။ operator ရဲ့လုပ်ရည်ကိုင်ရည်စွမ်းဆောင်မှုအရလည်းတိုးတက်လာစေဖို့ ဖြစ်နိုင်တဲ့နည်းနာနိသယအစီအမံတွေနဲ့အတူစက်ပစ္စည်းတွေကိုအဲဒီဧရိယာထဲမှာစီစဉ်နေရာချထားပေးဖို့လိုတယ်ဆိုတဲ့အချက်ဟာလည်းအရေးကြီးတဲ့အချက်တချက်ဖြစ်တယ်ဆိုတာသတိပြုရပါမယ်။

1.3.2: Console Consideration

displays တွေ၊ contros တွေ ၊ audio equipment တွေနဲ့တူအဝေးတစ်နေရာမှာတပ်ဆင်ထားတဲ့ (field) equipment တွေကို control လုပ်ဖို့နဲ့ monitor လုပ်ဖို့အသုံးပြုတဲ့ အခြားပစ္စည်းတွေနှင့်တကွထည့်သွင်းတပ်ဆင်ထားတဲ့ စံပုံစံပြုပရိဘောဂစုံအစုဝေးကို console လို့ခေါ်ပါတယ်။ console တစ်ခုကို ဒီဇိုင်းချတဲ့အခါ ထည့်သွင်းစဉ်းထားရမယ့်အဓိကအချက်တွေရှိပါတယ်။အဲဒါတွေကတော့-

(၁) operator ဟာ ဘာ information ကို display လုပ်မှာလဲ ?

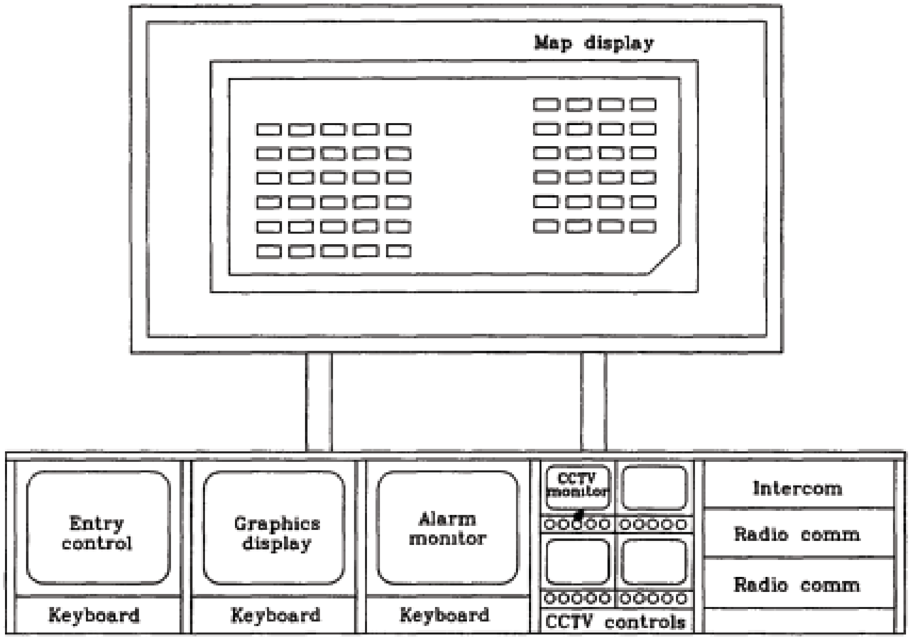
(၂) အဲဒီ information ကို ဘယ်လို display လုပ်မှာလဲ ?

(၃) operator ကို system နဲ့ ဘယ်လိုအပြန်အလှန်ဆက်သွယ်မှုပြုခိုင်းမှာလဲ ? . . . ဆိုတာတွေပါပဲ။

security center ထဲမှာတပ်ထားတဲ့ electronic equipment အများစုဟာ commercial manufacturers တွေဆီမှ complete systems များသဖွယ်ဝယ်ယူသုံးစွဲတာဖြစ်တာကြောင့်အပေါ်ကမေးခွန်းတွေကိုပထမဆင့်အနေနဲ့ဖြေဆိုပြီးဖြစ်နေပါပြီ။ဒါကြောင့်ဒီဇိုင်းပညာရှင်အဓိကလုပ်ရမယ့်လုပ်ငန်း

ကတော့ operator performance အား optimizes ဖြစ်စေပြီး၊လုပ်ရကိုင်ရသက်တောင့်သက်သာရှိတဲ့ holistic arrangement မျိုးဖြင့်ကွဲပြားနေတဲ့စနစ်တွေကိုတပေါင်းတစည်းတည်းဖြစ်စေတဲ့ ဒီဇိုင်းမျိုးဖြင့်လုပ်ဆောင်ဖို့လိုအပ်ပါတယ်။ designer ဟာ console ထဲ ထည့်သွင်းမယ့် equipment အမျိုးအစားနှင့်အတူအဲဒီ equipment ကို console ထဲမှာ ဘယ်လိုထည့်သွင်းမလဲဆိုတဲ့အစီအစဉ်ကို optimum console configuration တစ်ခုဖြစ်ဖို့အတွက် ရွေးချယ်ရမှာဖြစ်ပါတယ်။အဲဒါနဲ့ဆိုင်တဲ့အချက်တွေကို အောက်မှာစာပိုဒ်ခွဲ ၃ ခုနဲ့ခွဲပြီးရှင်းပြပါမယ်။

consoles တွေမှာလုပ်ကိုင်မယ့် operators တွေကို မတ်တပ်ရပ်လျှက်အနေအထားနဲ့ဖြစ်စေ၊ ထိုင်လျှက်နေအထားနဲ့ဖြစ်စေ၊ အလျဉ်းသင့်သလိုဆောင်ရွက်နိုင်စေရန် စီမံထားနိုင်ပေမယ့် အများစုကတော့ ထိုင်လျှက်နေအထားနဲ့လုပ်ကိုင်နိုင်အောင်စီစဉ်ပေးထားတာများပါတယ်။ဒါနဲ့ပါတ်သက်လို့ အဓိကအယူအဆကတော့ consoles မှာတပ်ထားတဲ့ displays တွေကို operator အလွယ်တကူကြည့်လို့ရအောင်နဲ့ controls တွေကိုအလွယ်တကူရှာဖွေသုံးလို့ရဖို့ဆိုတဲ့အယူအဆပေါ်မှာပဲ မူတည်စဉ်းစားသင့်ပါတယ်။ console အငယ်စားလေးတွေမှာတော့ စက်တင်ဘီဒို (cabinets) ၂လုံးမှ၃လုံးအထိသာပါတဲ့ console equipment မျိုးသာလိုအပ်ပြီး၊ အဲဒါတွေကို တတန်းတည်းပုံစံနဲ့အထိုင်ချတပ်ဆင်ထားတဲ့ ဒီဇိုင်းမျိုးဟာ အသင့်လျှော်ဆုံးပုံစံဖြစ်ပါတယ်။ဒီထက်ကြီးတဲ့စနစ်တွေမှာတော့ cabinets ၃လုံး မှ ၅လုံး အထိလိုအပ်လာပြီး၊အဲဒါတွေကိုအကွေ့အဝိုက်ပုံစံ(wrap-around configuration)နဲ့ဒီဇိုင်းချထားတဲ့ပုံစံဟာယျေဘူယျပိုကျပြီး၊အဆင်လည်းပိုပြေတာတွေ့ရပါတယ်။ console တစ်ခုရွေးချယ်တဲ့အခါအခြေခံသင့်တဲ့အခြားအချက်တွေကတော့-



ပုံ(၁-၇) Typical Security Console Layout

(၁) console မှာတပြိုင်တည်း access လုပ်မယ့်ပုဂ္ဂိုလ်ဘယ်နှစ်ဦးရှိမလဲဆိုတာစဉ်းစားရပါမယ်။

(၂) console ရဲ့အပေါ်ဖက်ကိုမြင်နိုင်စွမ်းလိုအပ်ချက်ဘယ်လောက်ထားမလဲဆိုတာစဉ်းစားရပါမယ်။

(၃) စာရေးမယ့် စားပွဲမျက်နှာပြင်အထက်/အောက်နှစ်ရပ်စလုံးအပါအဝင် panel space ဘယ်လောက်အကျယ်အဝန်းထားမလဲဆိုတာစဉ်းစားရပါမယ်။

(၄) ထိုင်တဲ့အချိန်မှာ operator ရဲ့ခြေထောက်အရှည်(function leg length)ဘယ်လောက်ရှိမလဲဆိုတာနဲ့ လက်လှမ်းမှီနိုင်မှု(function reach)ဘယ်လောက်လိုမလဲ. . . ဆိုတဲ့မနုဿဗေဒဆိုင်ရာလူရဲ့အတိုင်းအတာတွေပါထည့်သွင်းစဉ်းထားတာမမှားပါဘူး။ဒါကပထမအပိုင်းပါ။

console selection နဲ့ layout process ကိုစဉ်းစားပြီးတဲ့အခါဒုတိယအပိုင်းအနေနဲ့ဘယ် equipment ကို console ထဲမှာထားမယ်၊ဘယ် equipment ကို(console မဟုတ်တဲ့)အခြားနေရာမှာထားမယ်. . . စသဖြင့်စဉ်းစားဆုံးဖြတ်ရပါဦးမယ်။အဲဒီအခါမှာအောက်ပါအချက်များအတိုင်းစဉ်းစားသင့်ပါတယ်။

(၁) operator ဟာဘာတွေကိုကြည့်ဖို့လိုသလဲ?(annunciator panelsတွေလား၊ monitors တွေလား၊ indicatorsတွေလား)

(၂) operator ဟာဘယ်ဟာတွေကိုလှမ်းပြီးဆောင်ရွက်ရမှာလဲ?(keyboards တွေလား၊ push buttonsတွေလား၊ joysticksတွေလား)

(၃) operator ဟာဘာကိုနားထောင်မှာလဲ? (alarms တွေလား၊ telephones တွေလား၊ speakers တွေလား)

console မှာရှုတ်ပွမှုအနည်းဆုံးဖြစ်စေရန်နှင့် operator ရဲ့လုပ်ငန်းဆောင်တာအဝဝကိုအလွယ်ကူဆုံးနှင့်အရှင်းလင်းဆုံးဖြစ်စေဖို့အတွက် operator မကြာမကြာသုံးတတ်တဲ့ equipment ကိုသာ console ပေါ်မှာ installed လုပ်သင့်ပါတယ်။ဥပမာ-computer-based systems တွေမှာ operator ဟာတကယ့် computer (သို့) disk storage devices တွေနဲ့ကြုံတွေ့ရခဲပါတယ်။အဲဒီလိုပါပဲ-CCTV switches တွေ၊ fiber optic drivers တွေ၊ receivers တွေနဲ့ထိတွေ့ဆက်ဆံရမှုဟာလည်းအလွန်နည်းပါတယ်။အဲဒီလိုထိတွေ့ဆက်ဆံမှုအလွန်နည်းတဲ့ equipments တွေကို console ပေါ်မှာမထားပဲ၊ အခြားနေရာမှာ installed လုပ်သင့်ပါတယ်။ small systems တွေမှာဆိုရင် ကိုင်တွယ်ထိတွေ့ရမှုနည်းတဲ့ပစ္စည်းတွေကို console ရဲ့အောက်ခြေဖက်အနိမ့်ပိုင်း(စာရေးစားပွဲမျက်နှာပြင်အောက်ဖက်လိုနေရာမျိုး)တွေမှာ installed လုပ်တာအသင့်ဆုံးပါ။ consloe ရဲ့အနိမ့်ဖက်လိုနေရာမျိုး (lower portion) မှာ operator မကြာမကြာသုံးတတ်တဲ့ instruction manuals တွေ၊ logbooks လိုမျိုးစာအုပ်တွေနဲ့အခြား documents တွေလိုမျိုးစာအုပ်တွေထားဖို့ စာအုပ်စင်တွေ၊ အံဆွဲတွေ ကိုလည်းထည့်သွင်းတည်ဆောက်ထားသင့်ပါတယ်။

console ခန်းထဲကစာရေးစားပွဲမျက်နှာပြင်နဲ့အဲဒီစာရေးစားပွဲမျက်နှာပြင်အထက် panel space နေရာအကျယ်အဝန်းကိုတော့ console တစ်ခုရဲ့ working area လို့ခေါ်ပါတယ်။ operator တစ်ယောက်လွယ်လင့်တကူအလုပ်လုပ်နိုင်တဲ့နေရာအကျယ်အဝန်းပမာဏဟာကန့်သတ်ထားတာကြောင့်အဲဒီဧရိယာအတွင်းမှာနေရာချထားမယ့် equipment ဟာထိထိရောက်ရောက်အသုံးချနိုင်ရပါမယ်။ဒါ့အပြင် coor-

dinated manner အရတစ်စုတစ်စည်းတည်းဖြစ်နေဖို့လည်းအရေးကြီးပါတယ်။displays နဲ့ controls တွေကို အစီအစဉ်ချနိုင်တဲ့နည်းလမ်းပေါင်းများစွာရှိပါတယ်။အဲဒီအထဲကမှနည်းလမ်းတစ်မျိုးကတော့ displays နဲ့ controls တွေကို သူတို့ရဲ့လုပ်ငန်းတာဝန်ယူမှုတူညီရာအလိုက်တစ်စုတစ်စည်းတည်းစုစည်းထားတဲ့နည်းဖြစ်ပါတယ်။ဥပမာ- CCTV assessment နှင့် surveillance တို့ကို console ရဲ့ဧရိယာတစ်ခုမှာတစ်အုပ်စုတည်းထားရှိတဲ့စီစဉ်ပုံမျိုးပါ။နောက်နည်းလမ်းတစ်မျိုးကတော့-အသုံးများတဲ့ controls တွေကို operator ရဲ့ရှေ့မှာရှိတဲ့ console ဧရိယာမှာတိုက်ရိုက်ထားပြီး၊အသုံးနည်းတဲ့ controls တွေကိုတော့ ကျန်တဲ့နေရာတွေမှာထားတဲ့ပုံစံမျိုးဖြစ်ပါတယ်။ကြိုတင်သတ်မှတ်ထားတဲ့လုပ်ငန်းစဉ်အဆင့်ဆင့်နဲ့ဆောင်ရွက်တဲ့အသုံးချမှုမျိုးတွေအတွက်တော့ အစီအစဉ်အလိုက်စုစည်းနည်း ကိုအသုံးပြုနိုင်ပါတယ်။ဆိုလိုတာကတော့ operator က controls တွေကိုဟိုရှာဒီရှာနဲ့အိုးနင်းခွက်နင်းကျော်ပေါက်လုပ်ဖို့မလိုအောင်လုပ်ငန်းစဉ်အဆင့်လိုက်အစီအစဉ်ဖြင့် controls တွေကိုအစီစဉ်အကျနေရာချထားတဲ့ပုံစံမျိုးဖြစ်ပါတယ်။အခုဖော်ပြခဲ့တဲ့နည်းတွေအနက် လုပ်ငန်းစဉ်အလိုက်အုပ်စုဖွဲ့တဲ့နည်းစဉ်ကို security နဲ့ဆိုင်တဲ့ consoles layout တွေမှာအများဆုံးတွေ့ရတတ်ပါတယ်။ပုံ(၁-၇)မှာ typical security console layout တစ်ခုကို ဖော်ပြပေးထားပါတယ်။

1.3.3: Room Layout

security center အတွင်းမှာထားမယ့် console အပါအဝင်၎င်းနဲ့ဆက်စပ်နေတဲ့ equipment တွေရဲ့ ပုံပန်းသဏ္ဍာန်နှင့်အထားအသိုအခင်းအကျင်းအသွင်အပြင်[physical layout (or) placement] ပုံစံဟာမိမိနေရာချရမယ့်ဧရိယာ (allocated area) ရဲ့ တကယ့်လက်ရှိအသွင်အပြင်အနေအထား (physical configuration)ပေါ်မှာမူတည်ပြီးဆောင်ရွက်ရပါမယ်။ပုံသေကားချပ်သတ်မှတ်လုပ်ဆောင်ဖို့အဆင်မပြေနိုင်ပါဘူး။ဒါပေမယ့်အခြေခံမူတော့ရှိတာပေါ့၊လက်ရှိအခန်းနဲ့အံဝင်ခွင်ကျလည်းဖြစ်၊ upgrades လည်းဖြစ်၊ဝန်လည်းအကျဉ်းဆုံးဖြစ်တဲ့ပုံစံမျိုးဟာဆီလျှော်မှုအရှိဆုံးဖြစ်ပါပဲ။နောင်အနာဂတ်မှာပြောင်းလဲပေါ်ပေါက်လာဦးမယ့် facilities အသစ်တွေအတွက်ပါထည့်တွက်ပြီး၊နေရာချမယ့်အခန်းအရွယ်အစားနှင့်ပုံပန်းသဏ္ဍာန်အပေါ်သြဇာလွှမ်းမိုးမှုပြုနိုင်စေဖို့၊ပိုပြီး flexibility ကျတဲ့ပုံစံမျိုးဖြစ်အောင်စဉ်းစားနိုင်ရင်တော့ပိုကောင်းတာပေါ့။အခန်းပြင်ဆင်ဖွဲ့စည်းမှုနှင့်ပါတ်သက်ပြီးစဉ်းစားရမယ့်အဓိကအချက်တွေကတော့-ရွှေ့ပြောင်းရလွယ်ကူခြင်း (mobility)၊ လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ရာမှာအဆင်ပြေမှုရှိခြင်း (accessibility)၊ အလင်းရောင်လုံလောက်စွာရရှိခြင်း(lighting)၊ ဆူညံမှုနည်းခြင်း(Noise) . . . စတဲ့အချက်တွေကို အခြေခံမူအဖြစ်ဆုပ်ကိုင်ထားသင့်ပါတယ်။

operators ဦးရေအလုံအလောက်အလုပ်လုပ်နိုင်ဖို့လုံလောက်တဲ့အကျယ်အဝန်းရှိတဲ့အခန်းမျိုးဖြစ်ဖို့လည်းလိုပါတယ်။ operators တွေဟာ equipments တွေပတ်လည်မှာလွတ်လွပ်လပ်လပ်လှုပ်ရှားနိုင်ရပါမယ်။ဆိုလိုတာကတော့-monitoring (သို့) control function တွေလုပ်ဆောင်နေတာကို တစ်ယောက်ကလှည့်ပတ်ကြည့်ရှုနေတဲ့ တစ်ချိန်တည်းမှာပဲ၊ maintenance person ဟာ equipment

တွေပုံမှန်အလုပ်လုပ်နေခြင်းရှိ/မရှိဆိုတဲ့ ကိစ္စကို လှည့်ပတ်စစ်ဆေးခွင့်ပြုနိုင်တဲ့အကျယ်အဝန်းမျိုးရှိရင်ပို ကောင်းပါတယ်။ console တစ်ခုစီတိုင်းရဲ့ပတ်လည်မှာအနည်းဆုံး'၄ပေ'ခန့်စီအကျယ်အဝန်းရှိတဲ့ကြမ်း ပြင်လွတ်(free floor space)ကိုချန်ထားပေးသင့်ပါတယ်။equipment racks တွေအတွက် rack မှ အနီးဆုံးမျက်နှာစာ(nearest facing surface) (သို့မဟုတ်)အပိတ်အဆို့အတားအဆီး(obstacle)အထိ နေရာအကျယ်အဝန်း(clearance)ဟာ '၃ပေ'ထက်ပိုပြီး မကျော်သင့်ပါဘူး။

equipments တွေအားလုံးကို installed လုပ်တဲ့အခါလိုအပ်ပါကပြုပြင်မှုဆိုင်ရာကိစ္စများ (Repair)ဆောင်ရွက်နိုင်ရန်အတွက်ပါစဉ်းစားနေရာချထားဖို့လိုပါတယ်။

annunciator panels တွေ၊ indicators တွေ၊ CCTV monitors တွေ view လုပ်တဲ့အခါ operator ရဲ့ မြင်နိုင်မှုစွမ်းရည် ကျဆင်းမသွားရအောင် အတွင်းခန်းအလင်းပေးထားသင့်ပါတယ်။ အလင်း ပေးပင်ရင်းတပ်ဆင်တဲ့အခါ monitors မျက်နှာပြင်တွေပေါ်မှအလင်းရိုက်ပြန်ထွက်ခြင်းမရှိစေဖို့အထူး ဂရုပြုဖို့လိုပါတယ်။ဥပမာ-နံရံမှအလင်းပြန်ခြင်း(recessed light fixtures)နည်းဖြင့်ရယူထားတဲ့ တဆင့်ခံ အလင်းပေးနည်း (indirect lighting)စနစ်ဟာမော်နီတာမျက်နှာပြင်တွေမှအလင်းရိုက်ပြန်ခြင်းကို အလွန်နည်းပါးစေပါတယ်။လုပ်ငန်းရည်ရွယ်ချက်နှစ်မျိုးအတွက်အလင်းပေးပုံ ပတ်လမ်း၂မျိုးထားရှိသုံးစွဲ သင့်ပါတယ်။တစ်မျိုးက maintenance purpose အတွက် high-level lighting စနစ်ဖြစ်ပြီးအလင်း ပြင်းအားပမာဏ 50-100 footcandles အထိအသုံးပြုသင့်ပါတယ်။နောက်တစ်မျိုးကတော့ operational purpose အတွက်အလင်းပြင်းအား 5-20 footcandles အထိမျှသာအသုံးပြုတဲ့ low-lwvel lighting စနစ်ဖြစ်ပါတယ်။မော်နီတာပေါ်မှရုပ်ပုံတွေရဲ့ contrast ပမာဏအမြင့်မားဆုံးရရှိနိုင်စေဖို့ low-level lighting circuit မှာ operator စိတ်ကြိုက်ချိန်လို့ရတဲ့အလင်းပြင်းအားချိန်အထိန်းခလုပ် (adjustable control) ထည့်ပေးထားရင်ပိုကောင်းပါတယ်။အလင်းပြင်းအားနည်းတဲ့အခြေအနေမျိုးမှာမီး ချောင်းတွေ(fluorescent lights)ဟာအလင်းမှိတ်တုတ်ဖြစ်ခြင်း(flicker)ကိုဆိုးရွားစွာဖြစ်စေတတ်တာ ကြောင့် low-level circuit အတွက် အလင်းပင်ရင်းရွေးချယ်တဲ့အခါပူပြင်းရောင်မီးသီးမျိုးတွေ (incandescent lights)သာသုံးသင့်ပါတယ်။

operator ရဲ့ စိတ်အာရုံစုစည်းတည်ငြိမ်မှုရှိနေစေရန်နှင့်အခြားဌာနများနှင့်ဆက်သွယ်မှုပြုတဲ့ အခါအနှောက်အယှက်မဖြစ်စေဖို့ အခန်းအတွင်းမှာအသံဆူညံမှုကိုလျှော့နည်းအောင်ပြုလုပ်ထားသင့်ပါ တယ်။အနှောက်အယှက်အများဆုံးပေးတဲ့အသံဆူညံမှုအရင်းအမြစ်တွေကတော့-လေဝင်/လေထွက်လုပ် ပေးတဲ့ပန်ကာ(ventilating fans)တွေ၊အလုပ်လုပ်နေတဲ့ကွန်ပျူတာဒစ်(ခ်)(computer disk operations) တွေ၊တာဝန်ထမ်းဆောင်နေတဲ့ ကွန်ပျူတာပရင်တာတွေ(computer printer operations) . . . ဖြစ်ကြပါတယ်။ဆူညံသံတွေကိုလျှော့ချဖို့ နံရံတွေနဲ့မျက်နှာကျက်တွေပေါ်မှာအသံစုပ်ပြား (acoustical tiles)တွေကိုတပ်ဆင်ထားဖို့လိုပါတယ်။console ထဲမှာတပ်ဆင်ဖို့မလိုတဲ့ဆူညံသံထုတ် equipments တွေကို အခြားအခန်းတစ်ခုခုထဲမှာနေရာချတပ်ဆင်နိုင်ထားရပါမယ်။ equipment racks တွေကို လည်းပဲ၊ အသံစုပ်ပစ္စည်းတွေနဲ့တပ်ဆင်လို့ရပါတယ်။ဒါပေမယ့်-အဲဒီအသံစုပ်ပစ္စည်းတွေဟာ လေဝင်/လေ ထွက်ကို တားဆီးတတ်တာကြောင့်၊ ဆိုးကျိုးအနေနဲ့ equipment ရဲ့အပူချိန်ကို မြင့်တက်လာစေနိုင်ပါတယ်။ အဲဒီဆိုးကျိုးကိုဖြေရှင်းဖို့ လေအေးပေးစက်တပ်ဆင်ထားရပါတယ်။အလုပ်လုပ်နေတဲ့ ဧရိယာရဲ့ noise level ကို 65dB ထက်မပိုသင့်ဘူးဆိုတာသိထားသင့်ပါတယ်။

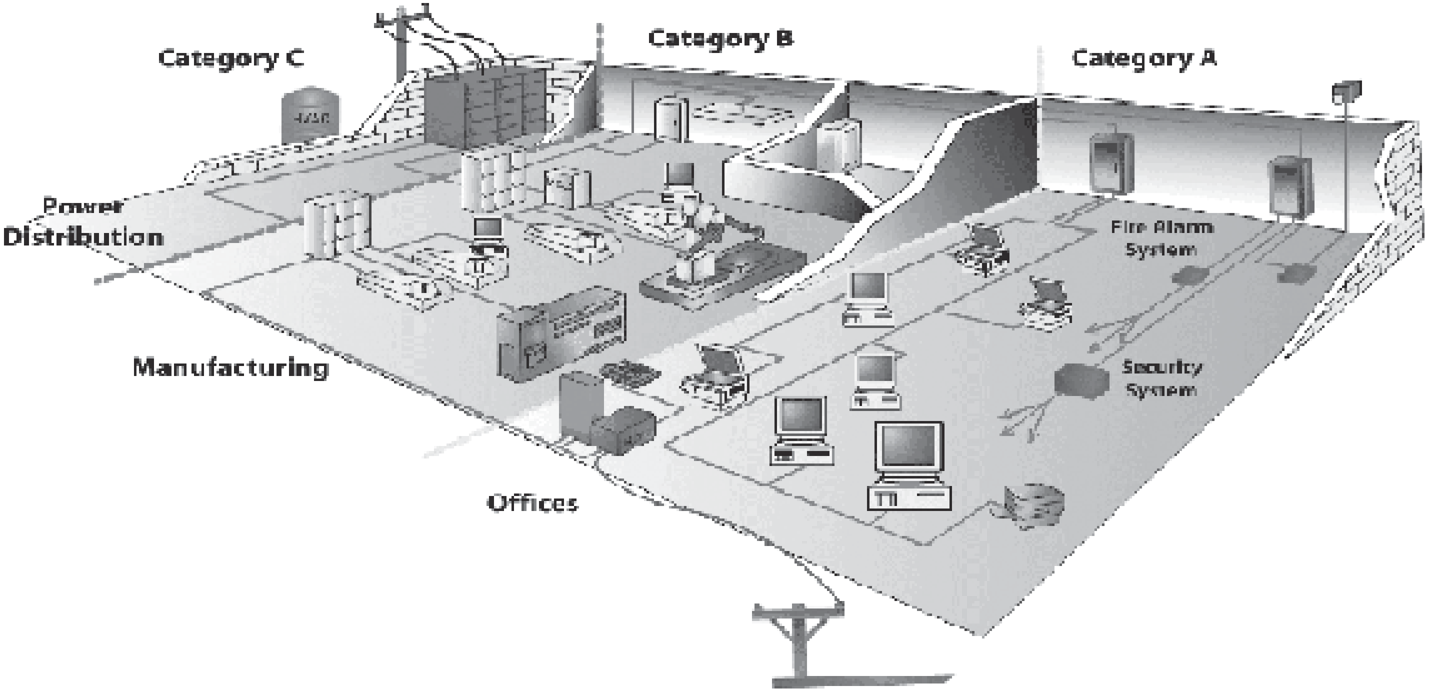
1.3.4: Other Considerations

secutity center အတွက် equipment layout ကို planning လုပ်မယ့် designer တစ်ဦး စဉ်းစားသင့်တဲ့နောက်ထပ်အချက်တွေရှိပါသေးတယ်။အဲဒီအချက်တွေကတော့-အလုပ်လုပ်မယ့်ပတ်ဝန်းကျင်အနေအထား(operational environment)၊ အရေးပေါ်လျှပ်စစ်ဓါတ်အားရရှိနိုင်မှုအခြေအနေ (emergency power)၊ပစ္စည်းများလုံခြုံရေး(physical security) . . . စသည်တို့ဖြစ်ပါတယ်။

အပူပေးစနစ်(heating)ကောင်းမွန်ခြင်း၊လေဝင်/လေထွက်စနစ်(ventilation)ထားရှိခြင်း၊လေအေးပေးစနစ်(air conditioning system)တပ်ဆင်ထားခြင်း. . . စသည်တို့ဟာဒီဇိုင်းကောင်းတစ်ခုမှာရှိသင့်တဲ့အချက်တွေလို့ဆိုရပါမယ်။ဒီအချက်တွေနဲ့ပြည့်စုံတဲ့equipment layout မှာအလုပ်လုပ်နေတဲ့ operator ဟာ တချိန်လုံးစိတ်ဓါတ်လန်းဆန်းတက်ကြွနိုးကြားနေမှာသေချာပါတယ်။ console အတွင်းနဲ့အဲဒီ console ဧရိယာအတွင်း အခြား racks တွေမှာ installed လုပ်ထားတဲ့ equipments တွေမှထုတ်လွှတ်နေတဲ့ heat load ကို handle လုပ်နိုင်တဲ့စွမ်းရည်လည်း control center မှာရှိရမှာဖြစ်ပါတယ်။

security center အတွင်းမှာတပ်ဆင်ထားတဲ့ equipment တွေအားလုံးအတွက်လက်ရှိ power ကို commercial A.C power source ဖြင့်ပေးသွင်းလုပ်ဆောင်စေရပါမယ်။တကယ်လို့အဲဒီ commercial A.C power ပြတ်တောက်ရပ်ဆိုင်းသွားရင် ခေတ္တအစားထိုးအသုံးပြုဖို့အရေးပေါ်လျှပ်စစ်ပါဝါပေးပင်ရင်း (အင်ဗာတာ၊ မီးစက်)လည်းထားရှိပေးသင့်ပါတယ်။ operator ရဲ့လုပ်ဆောင်နိုင်မှုစွမ်းရည်နဲ့ နိုးကြားမှုစွမ်းရည်တို့လျော့ကျမသွားရအောင်ရည်ရွယ်ပြီး၊အဲဒီအရေးပေါ်လျှပ်စစ်စွမ်းအင်ပေးပင်ရင်းရဲ့ထုတ်လုပ်စွမ်းအားပမာဏဟာအီလက်ထရွန်းနစ် equipment များအတွက်သာမက lighting ၊ heating ၊ ventilating ၊ air conditioning . . . စတဲ့ equipments တွေအတွက်ပါမောင်းနှင်ဖို့ လုံလောက်တဲ့ပမာဏရှိသင့်ပါတယ်။အဲဒါမှလည်း control center လင်းလင်းချင်းချင်းရှိပြီး operator ရဲ့လုပ်ဆောင်နိုင်မှုစွမ်းရည်နဲ့နိုးကြားတက်ကြွမှုတို့ဟာလျော့ကျ၊ မသွားမှာဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီအရေးပေါ်ပါဝါဟာအနည်းဆုံး ၄ နာရီလောက်မောင်းနှင်နိုင်တဲ့ backup capacity မျိုး ဆိုရင်ပိုကောင်းပါတယ်။

security center ထဲမှာများပြားလှတဲ့ equitment တွေရှိနေတဲ့အတွက် အဲဒီနေရာဟာ electronic security systems တွေထဲမှာလုံခြုံစိတ်ချရမှုမရှိဆုံးနေရာတစ်ခုဖြစ်နေတယ်ဆိုတာသတိပြုရပါမယ်။အဆင်ပြေချောမွေ့မှုအရ-တန်ဖိုးကြီးပစ္စည်းတွေထားတဲ့ security center မှာလည်းအလားတူလုံခြုံရေးအဆင့်အတန်းအတိုင်းရှိတဲ့ ထပ်ဆင့်လုံခြုံရေးစနစ်တစ်ခုပေးအပ်ထားဖို့လိုပါတယ်။အနည်းဆုံးအားဖြင့်တော့လူဝင်ထွက်တံခါးများကိုအချိန်ပြည့် lock ချထားသင့်ပြီး၊ပြူတင်းပေါက်များကိုလည်းသံဇကာ(သို့)အခြားအလားတူတစ်ခုခုနဲ့တားဆီးကာကွယ်ထားသင့်ပါတယ်။ operator ရဲ့ console ဟာတနေ့ကို၂၄နာရီလုံးလုံးလုပ်ကိုင်ဆောင်ရွက်နေမှာဖြစ်တာကြောင့် အဲဒီ console ရဲ့ဧရိယာမှာ interior IDS တပ်ထားဖို့မလိုပါဘူး။ဒါပေမယ့်အခြားနေရာတခုခုမှာ alarm အသံထုတ်ပေးစေမယ့် duress switch တစ်လုံးကိုတော့အဲဒီ console area ထဲမှာတပ်ဆင်ပေးထားဖို့သင့်ပါတယ်။duress switch ဆိုတာဟာတနေရာရာမှာမသင်္ကာစရာ(သို့)အန္တရယ်တစုံတရာဖြစ်ပေါ်ရင် operator ရဲ့ဆုံးဖြတ်ချက်နှင့်အခြားသူများသိစေအောင်အချက်ပေးနိုင်တဲ့တိုက်ရိုက်နှိပ်ခလုပ်ဖြစ်ပါတယ်။on line switch တစ်မျိုးလို့လည်းဆိုနိုင်ပါတယ်။



ပုံ(၁-၈) Power trip protection categoriesLarge

1.4: Grounding,Shielding And Transient Protection

1.4.1: Types oF Interferences

digital logic နဲ့ analog signal systems တွေဟာဧရိယာတို့ရဲ့အနီးအနားတဝိုက်မှာရှိတဲ့လျှပ်စစ်သံလိုက်ဆိုင်ရာကြားဝင်နှောက်ယှက်မှု (electromagnetic interference)တွေကိုအလွယ်တကူလက်ခံလေ့ရှိကြပါတယ်။အဲဒီလိုလက်ခံတဲ့အခါသူတို့ရဲ့လုပ်ငန်းစဉ်တွေကို၊ကဗျောင်းကပြန်အလွဲလွဲအမှားမှားဖြစ်စေတတ်တဲ့ functional upsets နဲ့ရုပ်ပိုင်းဆိုင်ရာပျက်စီးမှုမျိုးဖြစ်စေတတ်တဲ့ damaging upsets လို့ခေါ်တဲ့ transients ၂မျိုးကိုဖြစ်တတ်ပါတယ်။

(၁) functional upsets ဆိုတာကတော့ data lines ၊ control lines ၊ monitor lines . . . တွေကြားမှာ ညို့မှုမျိုး(inductive)နဲ့သိုမှုမျိုး(capacitive)couplingတွေကြောင့်ဖြစ်ပေါ်တတ်တဲ့ transients အမျိုးအစားတွေကိုခေါ်ပါတယ်။ transient ဆိုတာကတော့-အလွန်တိုတောင်းတဲ့အချိန်အခိုက်အတန့်ကလေးအတွင်းဖြစ်ပေါ်တဲ့ကြားဝင်နှောက်ယှက်မှု (interferencr)မျိုးလို့ဆိုလိုတာပါ။ အဲဒီ transients ကြောင့် data တွေဆုံးရှုံးပျောက်ကွယ်ခြင်း(loss ဖြစ်ခြင်း)၊ control actions တွေ ကဗျောင်းကပြန်အလွဲလွဲအမှားမှားဆောင်ရွက်ခြင်းတို့ကိုဖြစ်စေတတ်ပါတယ်။

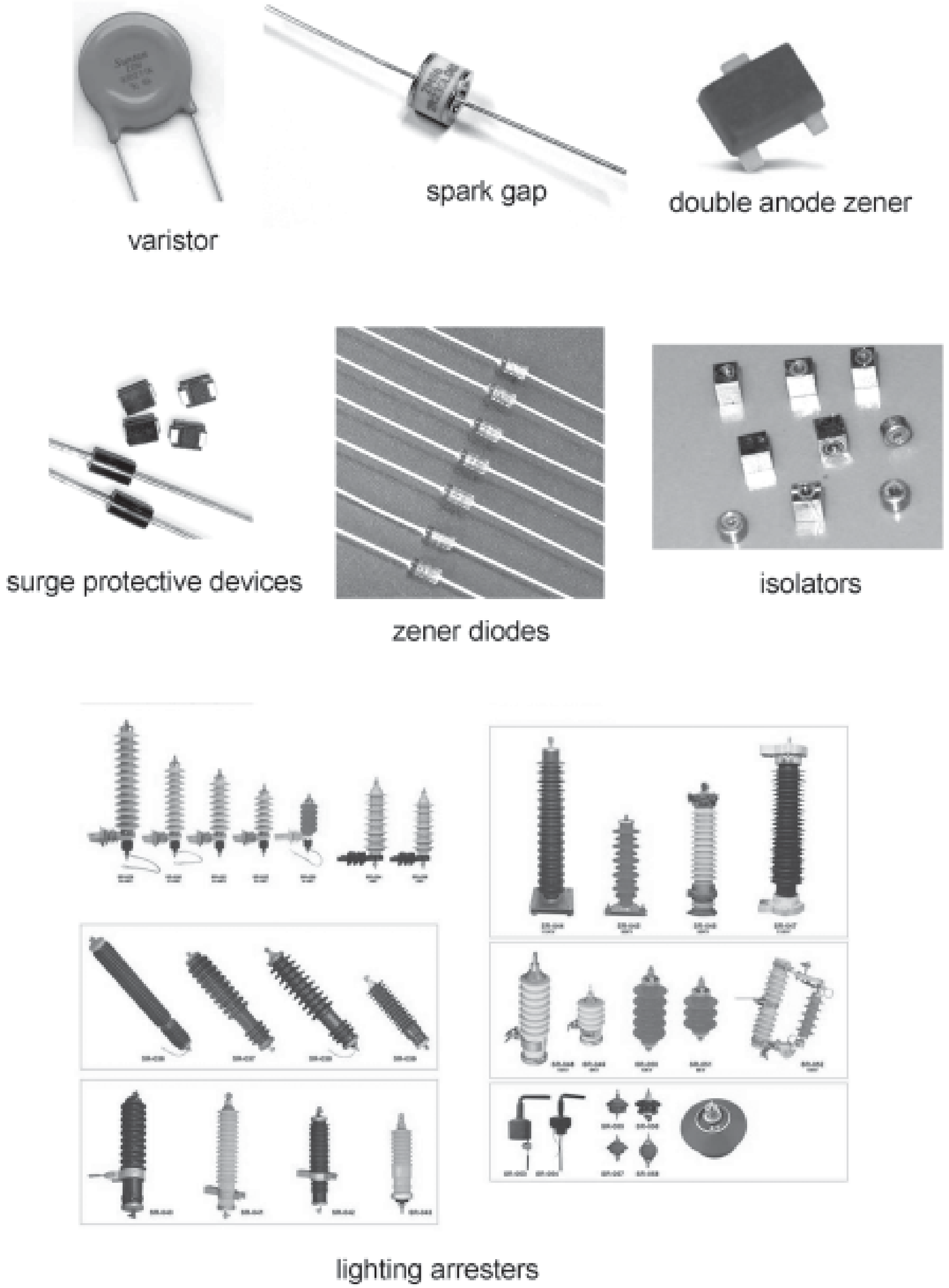
(၂) damaging upsets ဆိုတာကတော့ ပေးထားတဲ့ဗို့အားတန်ဖိုးရုတ်တရက်လှုပ်ခတ်သွားမှုကြောင့်(voltage surges များကြောင့်)ဖြစ်တဲ့ transients မျိုးတွေဖြစ်ပါတယ်။သွယ်ဝိုက်မိုးကြိုးပစ်မှုကြောင့်ဖြစ်လာတဲ့ (indirect lighting strikes ကြောင့်ဖြစ်တဲ့) transient မျိုးတွေလည်းအကျုံးဝင်ပါတယ်။အဲဒီ transient ကြောင့် equipment အား physically damage ဖြစ်စေတတ်ပါတယ်။

security system အား ဝန်ဆောင်မှုပေးထားတဲ့ power lines တွေဟာသူ့ရဲ့အနီးနားတဝိုက်မှာ electrical နဲ့ electromechanical devices တွေရှိတဲ့အခါမှာဖြစ်စေ၊ သူ့ရဲ့အနီးမှာမိုးကြိုးပစ်တဲ့အခါမှာဖြစ်စေ. . . transients တွေကိုဖြစ်ပေါ်စေတတ်တယ်ဆိုတာသတိပြုပါ။

starting load ကြီးမားတဲ့ပစ္စည်းကိရိယာတွေ(ဥပမာ-မြင်းကောင်ရေများတဲ့မော်တာတွေ၊ လျှပ်စစ်မီးဖိုကြီးတွေ)(သို့မဟုတ်)အခြားနှောက်ယှက်မှု(disturbances)တစ်မျိုးမျိုးကြောင့်ဖြစ်သောလိုင်းဗို့အားပမာဏပြောင်းလဲမှုဖြစ်ခြင်း(power line variations)ဟာ system အားယာယီခေတ္တအားဖြင့်ဗို့အားနိမ့်ကျသွားစေတတ်ပါတယ်။အဲဒီအတွက်ကြောင့် security center မှ local processor သို့ပို့ဆောင်တဲ့ DTM links တွေရဲ့အစွန်းအသီးသီးမှာ surge protection circuits တွေကိုထည့်သွင်းပေးထားရပါမယ်။ ထို့အပြင်အဆောက်အဦးသို့ cable ကြိုးဝင်တဲ့အဝင်မှ ၃ ပေခန့်အတွင်း၌ triple electrode gas surge arresters တွေလည်းထည့်ထားပေးဖို့လိုပါတယ်။

electronic security system equipment တွေဆီ ပံ့ပိုးပေးထားတဲ့လျှပ်စစ်စွမ်းအားပေးပတ်လမ်း (electric power supply circuit)တွေမှာလည်း surge protected လုပ်ထားရပါမယ်။

electronic security system equipmentနှင့်ဆက်သွယ်ထားတဲ့ control linesတွေ၊ sensor lines တွေမှာလည်း surge protected လုပ်ထားဖို့လိုပါတယ်။



ပုံ(၁-၉) Transient Protection Devices

1.4.2: Transient Protection Devices

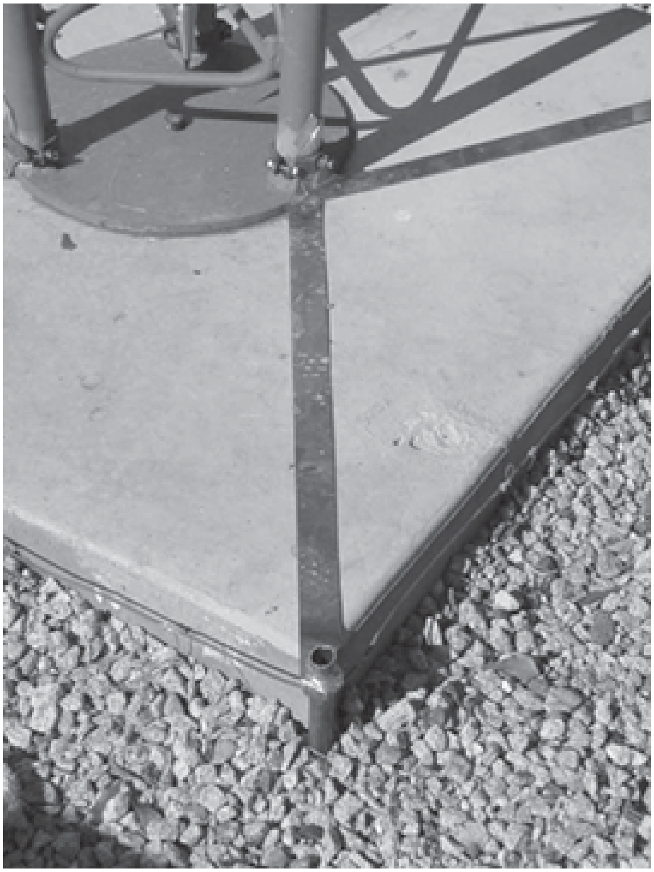
Surge arresters လို့ခေါ်တဲ့ဗို့အားမြင့်လှိုင်းပြတ်တားကရိယာတွေဟာ 6.8Volts မှ100,000 volts အထိတာခွင်ရှိတဲ့ Threshold voltages ထက်ကျော်လွန်တဲ့မိုးကြိုးလျှပ်စစ်ဗို့အားနှင့် surge voltage တွေကိုမြေကြီးဆီသို့(ground သို့)ဟန့်တားမှုနိမ့်လမ်းကြောင်း(low impedance paths)တစ်ရပ်ဖြင့် လမ်းလွှဲပို့ထုတ်ပေးပါတယ်။အလုပ်လုပ်ဆောင်နိုင်ပုံအမျိုးမျိုး၊ခံနိုင်ရည်အမျိုးမျိုးရှိတဲ့ surge protectors အမျိုးမျိုးထုတ်လုပ်ကြပါတယ်။မိမိရဲ့လိုအပ်ချက်နဲ့အညီရွေးချယ်ဝယ်ယူသုံးစွဲရပါမယ်။အဲဒီ surge protector တွေအနက်အချို့ကတော့-မိုးကြိုးနဲ့ power supplies အတွင်းမှ transients တွေကိုကာကွယ်ပေးမယ့် protector အမျိုးအစား၊ DTM lines တွေမှာသုံးတဲ့အမျိုးအစား၊ digital hardwareတွေ၊ controllers တွေ၊ sensors တွေ၊ cameras တွေ. . . စတဲ့ပစ္စည်းတွေမှာသုံးတဲ့ surge protectors တွေဖြစ်ကြပါတယ်။ fuse နဲ့ circuit breaker တွေကိုလည်း overcurrent protection အတွက်အသုံးပြုဖို့လိုပါတယ်။

control နှင့် monitor circuits တွေ၊ DTM circuits တွေ၊ Power inputs တွေ. . . ကာကွယ်ဖို့ transcient protection devices တွေကိုအသုံးပြုပါတယ်။ transient protection အမျိုးအစားတွေကတော့-

(၁) Spark gaps ၊
(၂) Varistors ၊
(၃) Zener diodes ၊
(၄) Double anode zeners ၊
(၅) Crowbars ၊
(၆) Optical isolators ၊
(၇) Inductor capacitor resistor networks ၊ . . . တို့ဖြစ်ကြပါတယ်။ပုံ(၁-၉)မှာအသုံးများတဲ့ Transient protection devices တချို့ကိုဖော်ပြပေးထားပါတယ်။

1.4.3: Grounding

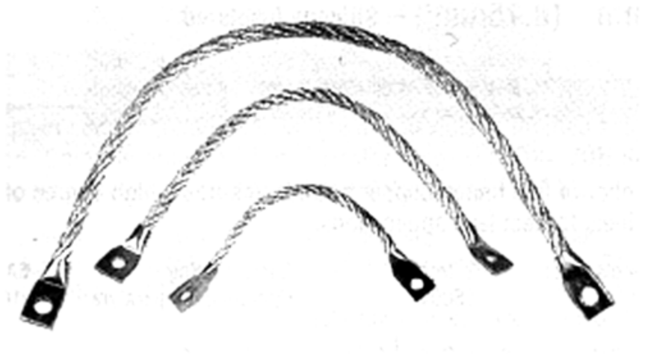
ideal grounding system ဆိုသည်မှာ security system တစ်ခုအတွင်းမှာရှိတတ်တဲ့ အသုံးမဝင်သော signal frequencies တွေအားလုံးရဲ့ လျှပ်စီးကြောင်းတွေကိုသုံ့ညအုမ်းဟန့်တားမှု (impedance) လမ်းကြောင်းဖြင့်မြေပြင်သို့လမ်းလွှဲပေးနိုင်တဲ့စနစ်ကိုဆိုလိုတာဖြစ်ပါတယ်။အသုံးများတဲ့ grounding system တစ်ခုကတော့ကြေးနီစွပ်ထားတဲ့ သံမဏိချောင်း(copper clad steel rods)ကိုမြေကြီးထဲရိုက်သွင်းထားတဲ့ circuit ပုံစံဖြစ်ပါတယ်။အဆောက်အဦးဆောက်လုပ်ရေးလုပ်ငန်းသုံး သံမဏိလုပ်ငန်းရှင်ကြီးများအသင်းရဲ့ အဖွဲ့ဝင်တွေကတော့ grounding ပြုလုပ်ခြင်းအား NFPA 70 ဆုံးဖြတ်ချက်အတိုင်း



ပုံ (၁-၁၀) Sample of grounding system

လက်ခံကျင့်သုံးကြပါတယ်။ဒါပေမယ့် grounding resistance လိုအပ်ချက်မျိုးရှိလာတဲ့အခါမှာတော့ grounding နည်းပညာမျိုးစုံ၊ပေါင်းစပ်သုံးစွဲကောင်းသုံးစွဲဖို့လိုအပ်ပါတယ်။ communications နှင့် instrumentation systems တွေမှာ power ground အပြင်၊ သီးခြား single point ground တစ်ခုလည်း လိုအပ်ပါတယ်။ပင်ရင်းပါဝါ(primary power)ရဲ့ neutral ဝါယာလိုင်းသို့(သို့မဟုတ်)မိုးကြိုးလွှဲလျှပ်ကူး ကြိုးထံသို့ signal conductors တွေကို အပြိုင်သွယ်တန်းပြေးခြင်းမျိုး မလုပ်မိဖို့အထူးသတိထားရပါမယ်။ power "green wire" ground နှင့်အဆက်အသွယ်ပြုထားတဲ့ floating signal grounding ဟာ instrumentation နှင့်အခြား low signal applications အတွက် operating stability မရှိတဲ့အတွက် အဲဒီလိုပစ္စည်းတွေမှာ ground အဖြစ်ရယူမသုံးသင့်ပါဘူး။စနစ်မှာပါဝင်တဲ့ enclosures အားလုံးကို communications နှင့် instrumentation grounds များမှသီးသန့်ခွဲထားတဲ့ equipment ground သို့ ဆက်သွယ်ချည်နှောင်ထားရပါမယ်။grounding ပြုလုပ်ခြင်းကို IEEE Standard 142 နှင့်အညီလုပ်

ဆောင်ဖို့လိုပါမယ်။security centerရဲ့ computer equipment ဧရိယာတွေမှာအသုံးပြုဖို့အတွက် လျှပ်စစ်ပါဝါပေးသွင်းတဲ့ phase နှင့် neutralအပြင်နောက်ထပ် ground wire တစ်ချောင်းလည်း ထည့်သွင်းဆက်သွယ်ထားဖို့လိုပါတယ်။FIPS-94 တွင်သတ်မှတ်ပြဋ္ဌာန်းထားသည့်အတိုင်းအခုရှင်းပြခဲ့တဲ့ grounding လိုအပ်ချက်တွေကိုအခြားသောအခြေခံလိုအပ်ချက်များနှင့်အတူပူးတွဲ၍လုပ်ဆောင်သင့်ပါကြောင်းတင်ပြလိုက်ပါတယ်။



Earth Bonding Strips

Shielded Cable

ပုံ(၁-၁၁) Grounding Wires and Shielded Cable

1.4.4: Shielding

အီလက်ထရွန်းနစ်လျှပ်စီးပတ်လမ်းများဟာ လျှပ်စစ်သံလိုက်လှိုင်းကြားဝင်နှောက်ယှက်မှု (electromagnetic Interference-EMI)ကို အာရုံခံလွယ်ကြပါတယ်။အဲဒါကြောင့် အီလက်ထရွန်းနစ်လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွေကို electrical shielding လုပ်ထားပေးရပါမယ်။shielding ဆိုတာ၊လျှပ်ကူးပြားတစ်ပြားကို လျှပ်စီးပတ်လမ်းပေါ် မှာလုံခြုံအောင်ဖုံးလွှမ်းပြီး grounding လုပ်ထားတာကိုခေါ် တာပါ။shielding ကို telephone lines ကြိုးတွေ၊ twisted pairs ကြိုးတွေ၊ coaxial cables ကြိုးတွေနဲ့အခြားလျှပ်စီးပတ်လမ်းတွေမှာလည်းတွေ့ရပါလိမ့်မယ်။ တစ်ချောင်းတည်းပါရိုးရိုးဝါယာကြိုးအစား အဲဒီလိုကာထားတဲ့ shielded wire တွေသုံးစွဲတာကြောင့်အနှောက်အယှက်ပေးတတ်တဲ့လျှပ်စစ်(သို့မဟုတ်)သံလိုက်စက်ကွင်းကြားဝင်နှောက်ယှက်မှုဆိုင်ရာပြင်းအားကိုလျော့ကျစေပါတယ်။shielding လုပ်တဲ့အခါအစွန်တစ်ဖက်ကိုသာ grounding လုပ်ခြင်းဖြင့် ground loops ပြဿနာကိုဖယ်ရှားပြီးသားဖြစ်စေပါတယ်။

CHAPTER 2

Closed Circuit TeleVision (CCTV)

2.1:System Definations ၃၃

2.2:Basic And Advanced CCTV Systems. ၃၃

2.3:Basic System Performance Issues. ၃၅

2.4:Structure of Video ၃၇

- 2.4.1:Picture element(Pixel) ၃၇
- 2.4.2:Horizontal and Vertical Scanning ၃၈
- 2.4.3:Frame and Field Frequencies ၄၀
- 2.4.4:Horizontal and Vertical Synchronization ၄၃
- 2.4.5:Aspect Ratio ၄၄
- 2.4.6:Viewing Distance ၄၆
- 2.4.7:Various Video Signals ၄၆
  - R-G-B primary color signal ၄၆
  - C-M-Y-K primary color signal ၄၆
  - Luminance(Y)signal ၄၈
  - Chrominance(C) signal ၄၉
  - Composite video signal ၅၀
  - Component video signal ၅၄
  - S-video signal ၅၅
  - HDMI Technology ၅၅
  - NTSC and PAL formats ၅၉
  - MPEG-4 and H.264 video formats ၅၉

2.1: System Defination

CCTV ဆိုတဲ့စာလုံးဟာ Closed Circuit TeleVision ဆိုတဲ့စကားစုကိုအတိုရေးသားသုံးနှုန်းထားတာပါ။လျှပ်စီးပတ်လမ်းပိတ် ရုပ်/သံစနစ်လို့မြန်မာလိုအဓိပ္ပါယ်ကောက်နိုင်ပါတယ်။ရုပ်ပုံစတင်ဖြစ်ပေါ်တဲ့နေရာ(ကင်မရာ)နဲ့အဲဒီရုပ်ပုံအဆုံးသတ်တဲ့နေရာ(မော်နီတာ)တို့ကိုသတ်သတ်မှတ်မှတ်ဖော်ပြလို့ရနိုင်ပြီး၊လူအများနှင့်သက်ဆိုင်ခြင်းမရှိတဲ့(တစ်ဦး၊တစ်ဖွဲ့၊တစ်ဌာန. . . အတွက်သာရည်ရွယ်တဲ့) ရုပ်/သံအစီအစဉ်တွေဖော်ထုတ်ပြသတဲ့စနစ်မျိုးဖြစ်ပါတယ်။

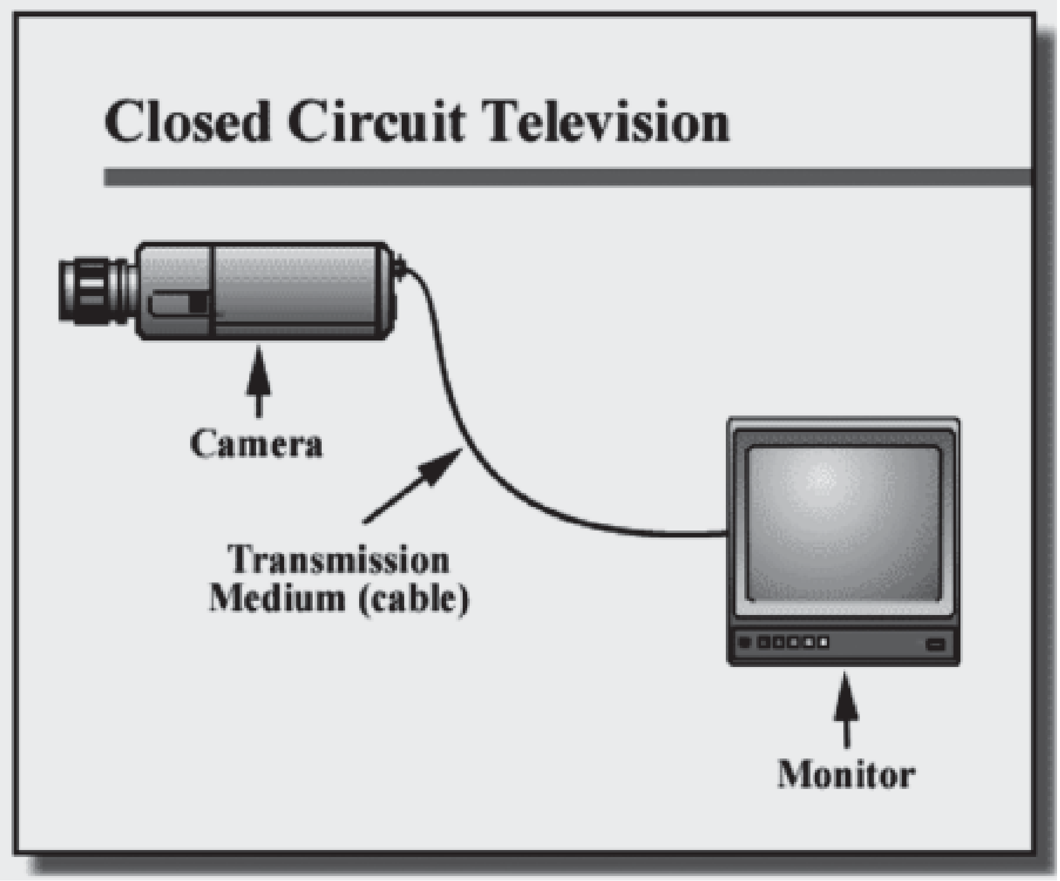
အဲဒါကိုလျှပ်စီးပတ်လမ်းသဘောအရကြည့်ရင်၊ ဘောင်ခတ်ပိတ်ထားတဲ့သဘာမျိုးဖြစ်နေလို့ပတ်လမ်းပိတ် ရုပ်/သံစနစ်လို့ခေါ်တာဖြစ်ပါတယ်။MRTV , MRTV-4 , MWD. . . တို့လိုဖျော်ဖြေရေး၊ပညာပေးရေး၊သတင်းပြန်ကြားရေး. . . စတဲ့လူအများအတွက်ရည်ရွယ်ထုတ်လွှင့်တဲ့ရုပ်/သံအစီအစဉ်မျိုးတွေကျတော့ဘောင်မခတ်ထားပါဘူး။တနည်းအားဖြင့်အစီအစဉ်အဆုံးသတ်မယ့်နေရာသတ်သတ်မှတ်မှတ်ဖော်ပြနိုင်ခြင်းမရှိပါဘူး။အဲဒီလိုရုပ်/သံ အစီအစဉ်ထုတ်လွှင့်မှုမျိုးကျတော့ CCTV လို့မခေါ်နိုင်တော့ပါဘူး။ Broadcasting TV စနစ်လို့ခေါ်ပါတယ်။

ခေတ်မှီလုံခြုံရေးစနစ်တွေရဲ့ ဖွဲ့စည်းထားပုံကိုလေ့လာကြည့်မယ်ဆိုရင် CCTV စနစ်ရဲ့အရေးပါမှုကိုဖယ်ထားလို့မရနိုင်တော့ဘူးဆိုတာတွေ့ရပါလိမ့်မယ်။CCTV မှာလူတို့လိုက်မမှီနိုင်တဲ့ အဂတိတရားငှပါးကင်းတဲ့အကျင့်ကောင်းလေးရှိပါတယ်။ကိုယ်ကျင့်တရားအတန်အသင့်ကောင်းတဲ့ Supervisors တွေ၊ Operators တွေနဲ့သာတွဲလိုက်ရင်'ရှယ်'ဖြစ်သွားမှာအသေအချာပါပဲ။ လွန်ခဲ့တဲ့ ဆယ်စုနှစ်အတွင်း video monitoring systems နည်းပညာဟာအံ့မခန်းတဟုန်ထိုးဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်လာတဲ့အတွက်ယခင်တချိန်ကလူသားတွေနဲ့ဆောင်ရွက်ခဲ့ရတဲ့လုံခြုံရေးဆိုင်ရာကိစ္စတွေကို CCTV နဲ့ထိထိရောက်ရောက်အစားထိုးလာတာတွေ့ရမှာဖြစ်ပါတယ်။ အခုဖော်ပြမယ့်သင်ခန်းစာမှာ CCTV ရဲ့ အခြေခံသဘောတရားများနှင့် CCTV စနစ်တစ်ခုမှာပါဝင်တတ်တဲ့ပစ္စည်းအစိတ်အပိုင်းတစ်ခုချင်းစီရဲ့ စွမ်းဆောင်ရည်များ၊ ကန့်သတ်ချက်များကိုမီးမောင်းထိုးပြပေးသွားမှာဖြစ်ပါတယ်။

2.2: Basic and Advanced CCTV Systems

CCTVစနစ်တခုကိုသေသေချာချာလေ့လာကြည့်ရင်အောက်ပါအတိုင်းအခြေခံအကျဆုံးအစိတ်အပိုင်းသုံးမျိုးနဲ့ဖွဲ့စည်းထားတာတွေ့ရပါမယ်။

(၁) camera (ရုပ်ပုံ ဖမ်းယူပေးရန်)
(၂) transmission medium (ရုပ်ပုံကိုတစ်နေရာမှတစ်နေရာသို့သယ်ယူပို့ဆောင်ပေးရန်)
(၃) monitor (ရုပ်ပုံကို အဝေးတစ်နေရာမှစောင့်ကြည့်ရန်) . . . တို့ဖြစ်ပါတယ်။



ပုံ(၂-၁) Basic CCTV System

ဒါက CCTV စနစ်တစ်ခုရဲ့အခြေခံအကျဆုံးဖွဲ့စည်းပုံပေါ့နော်။ဒီထက်ပိုပြီးရှုတ်ထွေးလာတဲ့ CCTV စနစ်ကိုကြည့်မယ်ဆိုရင်-

(၁) camera တစ်လုံးထက်မကပါဝင်အသုံးပြုထားတာတွေ့ရနိုင်ပြီး၊ အချို့ကင်မရာတွေဟာ သာမန်စွမ်းဆောင်ရည်အဆင့်သာရှိတဲ့ရိုးရိုးကင်မရာမျိုးတွေဖြစ်ပေမယ့်၊ အချို့အမျိုးအစားတွေကျတော့လိုချင်တဲ့ရှုခင်းအနေအထားကိုအဝေးမှလိုသလိုထိန်းချုပ်လို့ရတဲ့အဖိုးတန်အဆင့်မြင့် PTZ အမျိုးအစားတွေအထိဖြစ်နိုင်ပါတယ်။

(၂) အဲဒီ camera တွေရဲ့ viewing points တွေကိုကြည့်ရှုနိုင်ဖို့ monitors တွေကိုလည်းတစ်လုံးမက သုံးထားတဲ့အပြင်၊ camera တွေရဲ့လုပ်ငန်းစဉ်တွေကို လိုသလိုထိန်းချုပ်လို့ရတဲ့ controller တွေ၊ကင်မရာတွေရဲ့ viewing points တွေကို လိုသလိုပေါင်းစပ်ပေးနိုင်တဲ့ multiplexers တွေ

. . . စတဲ့ စက်မျိုးတွေလည်းရှုတ်ထွေးစွာပါဝင်နေတာတွေ့ရပါလိမ့်မယ်။

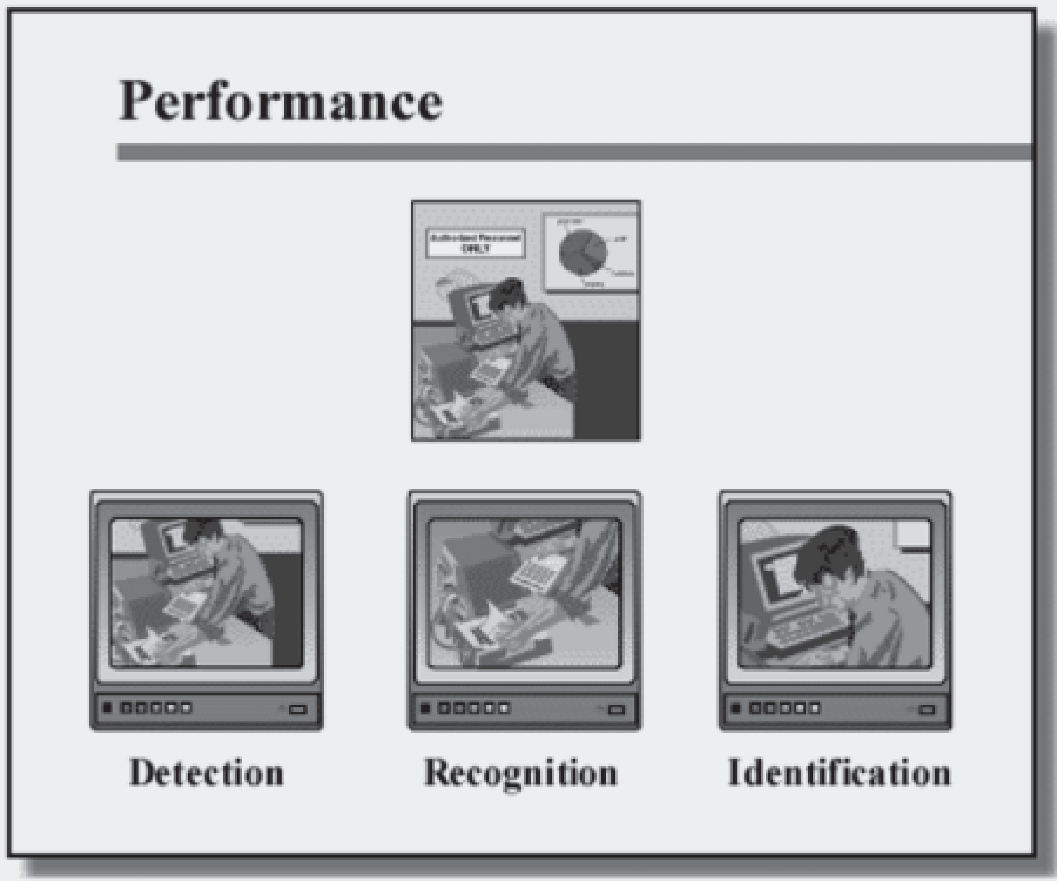
(၃) video signal ကိုကင်မရာမှမော်နီတာထံသို့သယ်ယူပို့ဆောင်ဖို့ transmission mediums တွေသုံးတဲ့အခါမှာလည်း၊ သာမန်အသုံးပြုလေ့ရှိတဲ့ coaxial cable ကြိုးမျိုးသာမက၊ အလင်းဖိုင်ဘာကြိုးမျှင်(fiber optic cable)၊ကွန်ပျူတာ network cable ကြိုးတစ်မျိုးဖြစ်တဲ့ twisted pair wire၊ phone line (သို့မဟုတ်)ကြိုးမဲ့ပို့လွှတ်နည်းသုံး microwave mediums များအထိ. . . လုပ်ငန်းလိုအပ်ချက်နှင့်အညီတိုးချဲ့အသုံးပြုကြပါတယ်။

(၄) ဒါ့အပြင်ကင်မရာမှရိုက်ပေးလိုက်တဲ့ဗီဒီယိုပုံရိပ်တွေကို လိုအပ်တဲ့အခါ၊အထောက်အထားအဖြစ်အသုံးပြုလို့ရအောင်မှတ်တမ်းတင်ခြင်း(Recorded လုပ်ခြင်း) ၊ operator ရွေးချယ်ထားတဲ့ selected images တွေကို hard copy ထုတ်ပေးခြင်း၊ operator အလိုရှိတဲ့၊ ကင်မရာအတွင်းမှရှုခင်းပုံရိပ်တွေကို သင့်လျှော်ရာမော်နီတာပေါ်မှာထုတ်ဖော်ပြသနိုင်ဖို့ဆောင်ရွက်ခြင်း၊ camera ကို ဘယ်/ညာ/ထက်/ အောက်/နီး/ဝေး-လိုသလိုထိန်းချုပ်ရွှေ့လျားစေပြီး၊ ရုပ်ပုံကို အလိုရှိတဲ့ရှုခင်းဘောင်ကွက်အတွင်းဆွဲသွင်းခြင်း၊. . . စတဲ့လုပ်ငန်းစဉ်တွေကို recorders,printers,switching devices,controllers . . . စတဲ့အဆင့်မြင့်အထူးကြားခံပစ္စည်း (peripherals)တွေနဲ့ပူးတွဲအသုံးပြုထားတာလည်းတွေ့ရပါတယ်။

2.3: Basic System Performance Issues

CCTV security system တစ်ခုကိုကျွန်တော်တို့ဒီဇိုင်းလုပ်တဲ့အခါဖြစ်ဖြစ်၊ လက်တွေ့တပ်ဆင်တဲ့အခါဖြစ်ဖြစ်၊ပထမဆုံးအနေနဲ့နည်းပညာပိုင်းကိုစဉ်းစားဖို့မလိုသေးပါဘူး။ကနဦးလိုက်နာလုပ်ဆောင်ရမယ့်အချက်တွေရှိပါတယ်။ပထမဦးဆုံးအနေနဲ့ customer ဟာဘယ်လိုစနစ်မျိုးကိုအလိုရှိတာလဲ။ဒါမှမဟုတ် custom ကိုဝန်ဆောင်မှုပေးရမယ့်လုပ်ငန်းအမျိုးအစားတွေကဘာတွေလဲ။အများအားဖြင့်တော့ CCTV စနစ်နဲ့ ပတ်သက်လို့ customer တွေလိုချင်တတ်တဲ့အချက်သုံးချက်ရှိပါတယ်။အဲဒါတွေကတော့- customer ဟာသူစိတ်ဝင်စားတဲ့(interest ဖြစ်တဲ့)တစုံတခုသောနေရာ(field)အတွင်းသူ့ရဲ့အကျိုးကိုဖြစ်စေမယ့်/ပျက်စေမယ့်အဖြစ်/အပျက်တစ်မျိုးမျိုးကိုစုံစမ်းထောက်လှမ်းထောက်လှမ်းသိရှိလိုပါတယ် (detect လုပ်လိုတယ်ပေါ့နော်)။ဒါကပထမအချက်ပါ။ဒုတိယအနေနဲ့အဲဒီဧရိယာအတွင်းဖြစ်ပျက်ခဲ့တဲ့ကိစ္စဟာဘယ်လိုကိစ္စမျိုးလဲ(အန္တရယ်ရှိလား/မရှိဘူးလား။အရေးကြီးလား/မကြီးဘူးလား)ဆိုတာစိစစ်ခွဲခြားလိုပါတယ် (recognition လုပ်ချင်တယ်ဆိုတဲ့သဘောပါ)။နောက်ဆုံးအချက်ကတော့-အဲဒီလှုပ်ရှားမှုဖြစ်စဉ် (activity) မှာအဓိကပါဝင်သူဟာဘယ်သူလဲဆိုတာတိတိကျကျခွဲခြားသတ်မှတ်လိုပါတယ်။(identification ပေါ့)။အဲဒီအချက်သုံးချက်ကို Detection, Recognition , Identification (သို့) "DRI" လို့အလွယ်မှတ်ထားပါ။ CCTV application တစ်ရပ်ဆောင်ရွက်ဖို့ ပစ္စည်းအမျိုးအစားရွေးချယ်တဲ့အခါ အဲဒီအချက်သုံးချက်အပေါ်အခြေခံပြီးစဉ်းစားဆုံးဖြတ်ရမှာဖြစ်ပါတယ်။

အဲဒါအပြင် interested field မှာရှိရမယ့် customer လိုချင်တဲ့ အရည်အသွေး၊အသုံးပြုမယ့် equipment အရေအတွက်၊တကယ်လုပ်ရမယ့် interested field ရဲ့အကျယ်အဝန်းပမာဏ၊ သဘာဝ



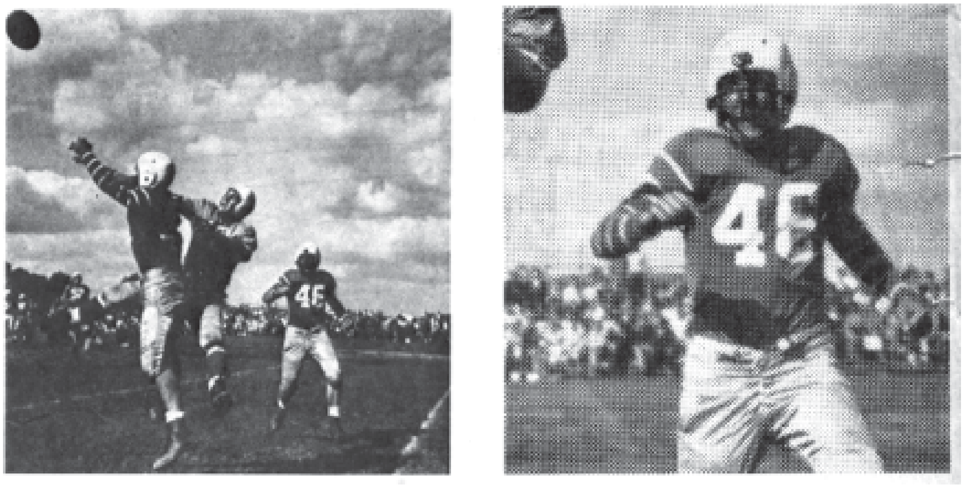
ပုံ(၂-၂) Basic System Performance

အလင်းရောင်ရရှိနိုင်မှုနှင့်ဖန်တီးအလင်းရောင်ပေးသွင်းဖို့လိုအပ်ခြင်းရှိ/မရှိ၊ system အတွက်လိုအပ်တဲ့ လျှပ်စစ်စွမ်းအားအရင်းအမြစ်ရရှိနိုင်မှုအခြေအနေ. . . စတဲ့အချက်တွေဟာ CCTV system design ရေးဆွဲတဲ့အခါနဲ့ ကုန်ကျစရိတ်တွက်ချက်တဲ့အခါ မူတည်စဉ်းစားရမယ့်နောက်ထပ်အချက်တွေဖြစ်ပါတယ်။ ထပ်ပြောပါ့မယ်။အခုဖော်ပြခဲ့တဲ့အချက်တွေဟာ CCTV design ရေးဆွဲတဲ့အခါ အထူးအလေးပေးစဉ်းစား ရမယ့်အချက်တွေဆိုတာမမေ့ပါနှင့်။ဥပမာ-မော်နီတာပေါ်မှာပေါ်မယ့်ပုံရိပ်အရည်အသွေးကို တကယ့်အပြင် ရှုခင်းထဲကအတိုင်း (true representation ဖြင့်)ပေါ်စေလိုတဲ့အခါ black and white camera တွေ၊ B&W မော်နီတာတွေလိုမျိုး monochrome devices တွေသုံးလို့မရတော့ပါဘူး။ color camera တို့၊ color monitor တို့နဲ့ဒီဇိုင်းချရမှာဖြစ်ပါတယ်။(မှတ်ချက်- low light level တွင်အသုံးပြုနိုင်တဲ့ black and white camera တွေဟာရုပ်ပုံရဲ့ detail နဲ့ resolution ကို color camera တွေထက်ပိုပြီးထုတ်လုပ် ပေးနိုင်စွမ်းရှိတာမှန်ပေမယ့်၊ တရားခံအစစ်အမှန်ဖော်ထုတ်တဲ့နေရာမျိုးမှာတော့ colour camera မှသာ

လျှင်အထောက်အထားအခိုင်အလုံပေးစွမ်းနိုင်ပါလိမ့်မယ်။အဲဒီအချက်ကိုအနှစ်ချုပ်တဲ့အခါ identification အတွက်ရည်ရွယ်တဲ့ CCTV system တွေမှာ colour camera နဲ့ color monitor တွေကိုမလွဲမသွေ သုံးကိုသုံးရမယ်ဆိုတာမှုသေစည်းမျဉ်းတစ်ရပ်သဖွယ်မှတ်ထားဖို့လိုပါမယ်။)။အဲဒါအပြင် မှန်ကန်သင့်တော်တဲ့ component အမျိုးအစားရွေးချယ်အသုံးပြုနိုင်မှုကလည်းအရေးပါတဲ့နောက်ထပ်အချက်တစ်ချက်ဖြစ်ပြန်ပါတယ်။အနှစ်ချုပ်အားဖြင့်ဆိုရရင်-သင်ဟာ CCTV system develope လုပ်တဲ့ system designer ကောင်းတဦးဖြစ်ချင်တယ်ဆိုရင် ဒီဇိုင်နာတဦးမှာရှိသင့်ရှိအပ်တဲ့အတွေ့အကြုံတွေ၊ ဗဟုသုတတွေ၊အသိသညာတွေ၊အတွေးအခေါ်အယူအဆတွေ. . . နှင့်ပြည့်ဝနေဖို့အစဉ်ကြိုးစားရှာဖွေနေရမှာဖြစ်ပါတယ်။

2.4: Structure of Video

2.4.1: Picture Element(Pixel)



(က) (ခ)

ပုံ(၂-၃) The Picture Element (Pixel)

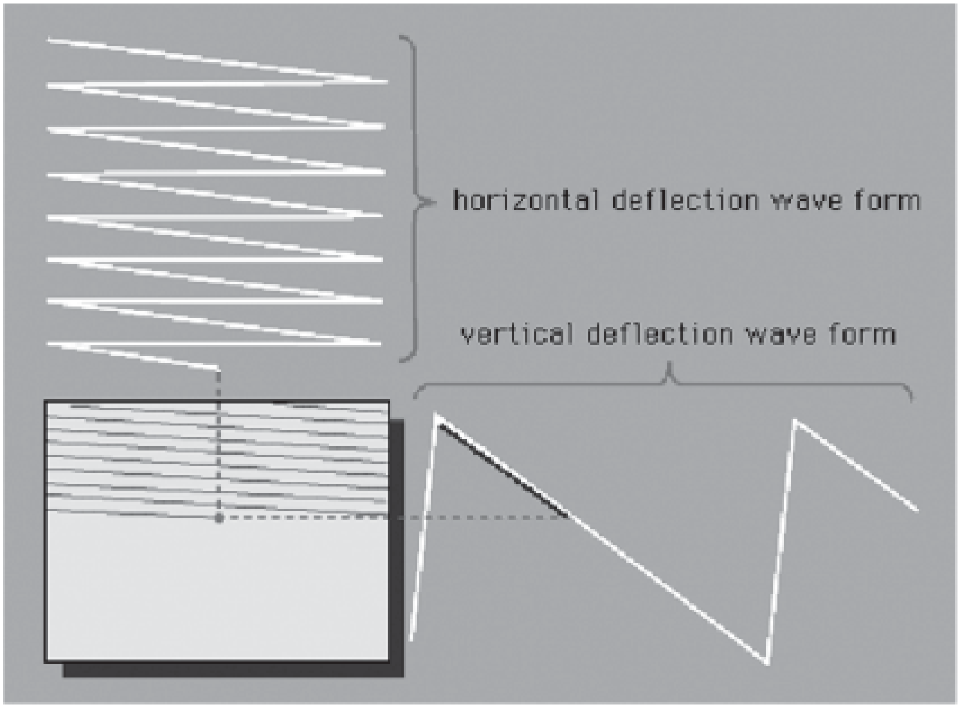
ရုပ်မြင်သံကြားပုံကွက်တစ်ကွက်ဖွဲ့စည်းထားပုံကိုအခြေခံကျကျတင်ပြပါ့မယ်။ရုပ်မြင်သံကြားပုံကွက်တစ်ခုကို အနီးကပ်အသေအချာလေ့လာရင်၊ အလင်းနှင့်အမှောင်ဧရိယာ(dark and light area)လေးတွေနဲ့စနစ်တကျဖွဲ့စည်းထားတာတွေ့ပါလိမ့်မယ်။အဲဒါကိုအဖြူ/အမည်းသတင်းစာဓါတ်ပုံ(image)မှာကြည့်ရင် ပိုပြီးမြင်သာထင်ရှားပါတယ်။ရုပ်ပုံတစ်ပုံကိုပုံနှိပ်ပြား(photoengraving plate)တခုဆီမှကူးယူတဲ့အခါအလွန်သေးငယ်လှတဲ့အနက်စက်(black printed dots)လေးတွေနဲ့ပုံရိပ်(image)ဖြစ်အောင်ဖွဲ့စည်းထားတာအထင်အရှားတွေ့ရမှာပါ။ပုံ(၂-၃-ခ)မှာပြထားတဲ့အကြီးချဲ့ပုံနှိပ်ဓါတ်ပုံကိုကြည့်ရင်၊အလွန်သေးငယ်လှတဲ့အဖြူနှင့်အမည်းစက်လေးတွေကိုတွေ့ပါလိမ့်မယ်။အဲဒီအခြေခံသဘောတရားကိုချဲ့အားအလွန်ကောင်းတဲ့မှန်ဘီလူးနဲ့သတင်းစာဓါတ်ပုံကိုအနီးကပ်သေသေချာချာကြည့်ရင်ပိုပြီးထင်ထင်ရှားရှားတွေ့ပါလိမ့်မယ်။ ရုပ်ပုံတစ်ပုံဖြစ်အောင်အခုလိုဖွဲ့စည်းထားတဲ့အလွန်သေးငယ်လှတဲ့အလင်း(သို့)အရိပ်(light or shade) စက်ငယ်လေးတခုစီကိုရုပ်ပုံရဲ့အခြေခံအပိုင်းအစလေးတွေ(picture elements)(တနည်း)(pixels)လို့ခေါ်ပါတယ်။တနည်းအားဖြင့်အဲဒီ elements လေးတွေအားလုံးဟာသာမန်လူတို့မျက်စိနဲ့မြင်နိုင်တဲ့အချက်အလက်(visual information)လေးတွေပဲ၊ဆိုတာသတိပြုကြရမှာဖြစ်ပါတယ်။ရုပ်မြင်သံကြားပုံကွက်တစ်ကွက်မှာအဲဒီလို pixels လေးပေါင်းသိန်းသန်းမကရှိပါတယ်။pixels အရေအတွက်များများနဲ့ဖွဲ့စည်းထားတဲ့ပုံတစ်ပုံဟာအသေးစိတ်အသွင်အပြင်အရည်အသွေး(resolution)ကိုမြင့်မားစေတာတွေ့ရပါတယ်။တနည်းပြောရရင်-ရုပ်ပုံထဲမှာပါဝင်တဲ့အသေးအနုတ်အစိတ်အပိုင်းလေးတွေပြတ်သားကြည်လင်တယ်လို့ဆိုတာပါ။ 2.0 mega pixels (တစ်လက်မပတ်လည်ကွက် ဧရိယာအတွင်းအလင်းစက်လေးပေါင်း၂သန်း)အမြင့်ဆုံးဖြင့်ရိုက်နိုင်တဲ့ဒီဂျစ်တယ်ဓါတ်ပုံရိုက်ကင်မရာနဲ့10.0 mega pixels ဒီဂျစ်တယ်ဓါတ်ပုံရိုက်ကင်မရာနှစ်လုံးယှဉ်ရင်ဘယ်ဟာပိုကောင်းမလဲကိုယ့်ဟာကိုယ်သာစဉ်းစားကြည့်ကြပါ။အဖြေတွေ့တယ်မဟုတ်လား။

2.4.2: Horizontal and Vertical Scanning

စာမျက်နှာတစ်မျက်နှာမှာရေးထားတဲ့စာလုံးလေးတွေအားလုံးကို မျက်စိနှစ်လုံးနဲ့လူတို့ဦးနှောက်ထဲတချိန်တည်းတပြိုင်တည်းဖတ်သွင်းဖို့ဆိုတာဘယ်လိုမှမဖြစ်နိုင်ပါဘူး။စာမျက်နှာထိပ်ပိုင်း လက်ဝဲဖက်ထောင့်ကနေစပြီးအောက်ဖက်သို့ရောက်အောင်တစ်လိုင်းပြီးတစ်လိုင်းဝဲယာ-ထက်အောက်အစဉ်လိုက်အစီအစဉ်နဲ့ဖတ်တဲ့နည်းဖြင့်ဆောင်ရွက်ရပါတယ်။အဲဒီနည်းတူပါပဲ-ကင်မရာရဲ့ပုံဖမ်းပြား(image plate)ပေါ်မှာထင်နေတဲ့ပုံရိပ်ရဲ့ပုံကွက်တစ်ကွက်လုံးစာ pixels လေးတွေကိုလည်းလူတို့စာဖတ်သလိုနည်းနဲ့ပဲ ဆောင်ရွက်စေတာဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီလို- pixels လေးတွေကိုဘယ်ညာ-ထက်အောက်၊အစီအစဉ်တကျကြောင်းတာကိုအလျားလိုက်ကြောင်းခြင်း(horizontal scanning)နဲ့ထောင်လိုက်ကြောင်းခြင်း(vertical scanning) လို့ခေါ်ပါတယ်။ပုံ(၂-၄)ရှုပါ။အလျားလိုက်လိုင်းတစ်လိုင်းစီပေါ်မှာရှိနေတဲ့ pixels လေးတွေကို horizontal scanning နည်းစဉ်ဖြင့်အစီအစဉ်တကျဖတ်ယူတဲ့အခါအလျားလိုက်လိုင်းတစ်လိုင်းစီကိုပုံကွက်ရဲ့အောက်ခြေအထိရောက်အောင်တစ်ဆင့်ပြီးတစ်ဆင့်ရွှေ့ပေးတဲ့လုပ်ငန်းစဉ်ကို vertical scanning ကဆောင်ရွက်ပေးပါတယ်။အဲဒီလိုနည်းနဲ့ရုပ်မြင်သံကြားပုံကွက်တစ်ကွက်(frame တစ်ကွက်)အတွင်းမှာရှိတဲ့ pixels လေးတွေ

အားလုံးလွှမ်းခြုံရယူပြီးသားဖြစ်သွားစေပါတယ်။ပုံ(၂-၄)တွင် horizontal and vertical scanning ကြောင့်ဖြစ်ပေါ်လာသောအလင်းတန်း(raster lines)လေးများကိုဖော်ပြထားပါတယ်။အခုလို pixels လေးတွေတစ်လိုင်းပြီးတစ်လိုင်းဝဲ-ယာ၊ထက်-အောက်ကြောင်းယူကောက်သိမ်းတဲ့လုပ်ငန်းစဉ်ဟာအမှိုက်တွေကိုတံမျက်စည်းနဲ့လှည်းသလိုမျိုးလုပ်ငန်းစဉ်နဲ့တူတာကြောင့် sweep လုပ်တယ်လို့လည်းခေါ်ကြပါတယ်။ CCTV ကင်မရာစနစ်မှာရုပ်ငြိမ်ပုံကွက်တစ်ကွက်စာကို-အလျားလိုက်လိုင်းအရေအတွက်(TV line လို့လည်းခေါ်)380 lines,470 lines,480 lines,530 lines . . . စသဖြင့်သတ်မှတ်သုံးစွဲရှိကြပါတယ်။ ဖျော်ဖြေရေးအတွက်အသုံးပြုတဲ့ TV စနစ်တွေမှာတော့ရုပ်ငြိမ်ပုံ ကွက်တစ်ကွက်အတွက် 525 lines/ frame(for NTSC) ,625 lines/frame(for PAL) . . . စသဖြင့်အသုံးများပါတယ်။ဒါကို lines per frame လို့ခေါ်ပါတယ်။

လှုပ်ရှားနေတဲ့ရုပ်ပုံ(ရုပ်ရှင်)မျိုးကောက်ယူပြသနိုင်ဖို့ရုပ်ငြိမ်ပုံကွက်(frame)လေးတွေကို တစ်ကွက်ပြီးတစ်ကွက်(ကင်မရာအတွက်ဆိုရင်ကောက်ယူတာပေါ့၊မော်နီတာအတွက်ဆိုရင်ပြသတာပေါ့) scanning လုပ်စေတဲ့အခါလူတို့ရဲ့စိတ်အာရုံမှာညက်ညောတဲ့လှုပ်ရှားမှုသဏ္ဌာန်မျိုးဖြစ်လာစေဖို့တစ်ပုံနှင့်တစ်ပုံအနေအထားနည်းနည်းစီသာခြားတဲ့ရုပ်ငြိမ်ပုံကွက်တစ်ကွက်စီကိုတစ်စက္ကန့်အတွင်းမှာလုံလောက်တဲ့အရေအတွက်နဲ့မြန်မြန်ကောက်ယူ/ပြသပေးဖို့လိုပါတယ်။အဲဒါကို frames per second လို့ခေါ်ပါတယ်။



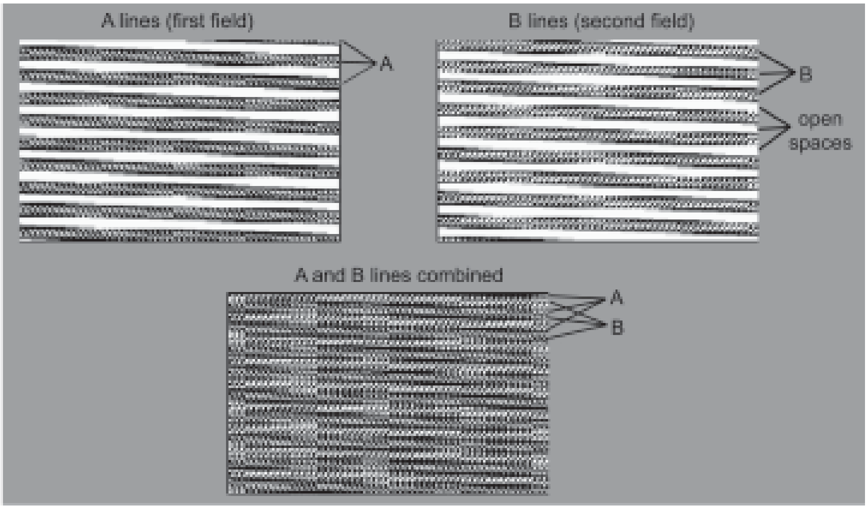
ပုံ(၂-၄) **Raster lines On Screen**

ပုံ(၂-၅) Motion picture film strip

တစ်စက္ကန့်အတွင်းမှာကောက်ယူ/ပြသတဲ့ပုံကွက်အရေအတွက်လို့ဆိုတာပါ။ဖလင်နဲ့ပြတဲ့ရုပ်ရှင်စနစ်မှာတော့ 24 frames per second ကိုအသုံးပြုပါတယ်။NTSCနှင့် PAL -TV စနစ်တွေမှာတော့ 30 frames per second, 25 frames per second . . . စသဖြင့်အသီးသီးအသုံးပြုပါတယ်။ပုံ(၂-၅)မှာလှုပ်ရှားရုပ်ပုံတွေဖြစ်ပေါ်လာစေဖို့အနေအထားအနည်းငယ်မျှစီသာကွာခြားနေတဲ့ရုပ်ငြိမ်ရုပ်ရှင်ဖလင်အပိုင်းတွဲတစ်ခုကိုပြထားပါတယ်။

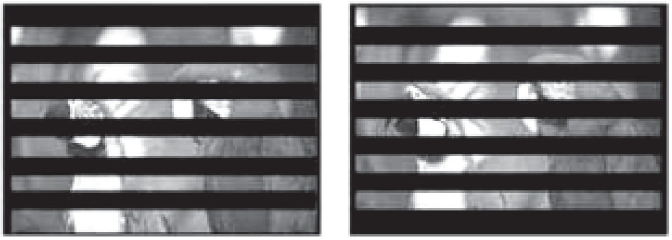
2.4.3: Frame and Field Frequencies

လူ့ရဲ့မြင်စိတ်အာရုံမှာအမြင်စွဲထင်ကျန်မှု (presistance of vision) သဘောရှိပါတယ်။ဒါကြောင့် မော်နီတာ screen ပေါ်မှာရုပ်ငြိမ်ပုံကွက်တစ်ကွက်ပြသပြီးတိုင်း နောက်ထပ်ရုပ်ငြိမ်ပုံကွက်မပြသခင် လူ့ရဲ့အမြင်အာရုံထဲမှာ မလိုလားအပ်တဲ့ပုံရိပ်တွေစွဲထင်ကျန်တာမျိုးမဖြစ်ရအောင်၊ ခေတ္တမှောင်ချခြင်း(blank out လုပ်ခြင်း)အလုပ်ကိုဆောင်ရွက်ပြီးမှသာ ပုံကွက်အသစ်ကိုပြသပေးရပါတယ်။အဲဒါမှပြေပြစ်ညက်ညော



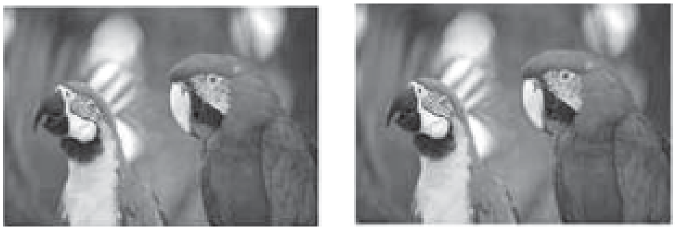
(က) Inter lace scanning lines

Odd field Even field



(ခ) Interlaced scanning နည်းဖြင့် ရုပ်ပုံဖော်ထားပုံ

First field Second field



(ဂ) Progressive scanning နည်းဖြင့် ရုပ်ပုံဖော်ထားပုံ

ပုံ(၂-၆) i-scan and p-scan

တဲ့လှုပ်ရှားမှုရှုခင်းတွေကိုမြင်တွေ့နိုင်မှာဖြစ်ပါတယ်။ဒါပေမယ့် အဲဒီမှောင်ချတဲ့လုပ်ငန်းစဉ်ကြောင့် screen ဟာပုံကွက်နှုန်း(30 frames per second) (သို့မဟုတ်) (25 frames per second)အတိုင်း မှိတ်လိုက်/လင်းလိုက်ဖြစ်နေတဲ့ဆိုးကျိုးရလဒ်ကိုဖြစ်စေပါတယ်။အဲဒီလိုဖြစ်တာကို အလင်းမှိတ်တုတ်အကျိုး(flicker)လို့ခေါ်ပါတယ်။တစက္ကန့်မှာအကြိမ်ပေါင်း၃၀(သို့မဟုတ်)၂၅ကြိမ်နှုန်းရှိတဲ့ flicker effect ဟာလူ့မျက်စိနဲ့မြင်စိတ်အာရုံမှာသိလွယ်တာကြောင့်မူးဝေထုံထိုင်းတဲ့ဆိုးကျိုးကိုခံစားရစေပါတယ်။အဲဒီ ဆိုးကျိုးလျော့ပါးစေဖို့ရုပ်ငြိမ်ပုံကွက်တစ်ကွက်အတွင်းမှာရှိတဲ့အလျားလိုက်လိုင်းလေးတွေကိုစုံ-ဂဏန်းနံပါတ်တတ်လိုင်း(even numbered lines)နှင့်မ-ဂဏန်းနံပါတ်တတ်လိုင်း(odd numbered lines)ဆိုပြီးအုပ်စုနှစ်စုခွဲကာ၊လိုင်းအုပ်စုတစ်စု(ရုပ်ငြိမ်ပုံပြည့်တစ်ကွက်ရဲ့တစ်ဝက်လိုင်းစာအရေအတွက်)ကိုတစ်စက္ကန့်မှာ၆၀(သို့မဟုတ်)၅၀နှုန်းဖြင့်ပြသတဲ့အတွက်အလင်းမှိတ်တုတ်ဖြစ်ပေါ်နှုန်း(flicker rate)နှစ်ဆဖြစ်သွားပြီး၊ မူလထက်မြန်သွားတဲ့အတွက်လူ့ရဲ့မြင်စိတ်အာရုံမှာ flicker effect ကိုမသိနိုင်တော့ပါဘူး။အဲဒီလိုလိုင်းအုပ်စုခွဲထားတာကို field လို့ခေါ်ပြီး“**စုံ**”ဂဏန်းတပ်ထား တဲ့လိုင်းအုပ်စုကို odd field ၊ “**မ**”ဂဏန်းတပ်ထားတဲ့လိုင်းအုပ်စုကို even field ဆိုပြီးခေါ်ပါတယ်။ odd field နှင့်even field လိုင်းလေးတွေဟာလက်ယှက်ထိုးလိုင်းလေးတွေသဏ္ဍာန်တခုနှင့်တခုအပြန်အလှန်တလှည့်စီဖြစ်နေတာမို့ အဲဒီလိုရုပ်ပုံကြောင်းခြင်းကိုလက်ယှက်ထိုးကြောင်းခြင်း(interlaced scanning) (သို့မဟုတ်)(i-scan)လို့ခေါ်ပါတယ်။interlaced scanning နည်းစဉ်ကြောင့်တစ်စက္ကန့်အတွင်းမှာပုံရိပ်စုစုပေါင်းပြသနှုန်းပမာဏဟာပုံကွက်ပြသနှုန်း(frame rate)နှစ်ဆတိုးပွားစေတဲ့အတွက် မှိတ်တုတ်ဖြစ်ခြင်းအကျိုးကို သိသိသာသာလျော့ကျသွားစေတာဖြစ်ပါတယ်။i-scan နည်းစနစ်အသုံးပြုတဲ့အခါ field တစ်ခုနှင့်တစ်ခု လက်ယှက်ထိုးသဏ္ဍာန်ဖြစ်စေဖို့ပုံကွက်တစ်ကွက်မှာရှိရမယ့်လိုင်းအရေအတွက်(lines per frame)ဟာ“မ”ဂဏန်းအရေအတွက်အတိုင်းသတ်မှတ်လေ့ရှိကြပါတယ်။အဲဒီလိုထားရှိမှသာ field တစ်ခုပြီးဆုံးတဲ့အခါလိုင်းတစ်ဝက်စာနဲ့အဆုံးသတ်တဲ့အတွက်နောက် field ကို လိုင်းတစ်ဝက်ဖြင့်ပြန်စပြီးပထမကြောင်းပြီးတဲ့လိုင်းလေးတွေကြားနေရာချပေးနိုင်မှာဖြစ်ပါတယ်။ဒါကြောင့် i-scan နည်းစနစ်ကို “**မ**”လိုင်းလက်ယှက်ထိုးကြောင်းခြင်းစနစ်(odd line interlaced scanning)လို့လည်းခေါ်ပါတယ်။ဥပမာ-405 lines per frame, 525 lines per frame, 625 lines per frame,825 lines per frame တို့ဟာ NTSC နှင့် PAL တီဗီလွှင့်စနစ်သုံးနိုင်ငံတကာစံချိန်ပြု odd line interlaced scanning သတ်မှတ်ချက်တန်ဖိုးအချို့ဖြစ်ကြပါတယ်။ပုံ(၂-၆)မှာ i-scan နှင့် p-scan နည်းစဉ်နှစ်မျိုးကိုဖော်ပြပေးထားပါတယ်။

အခုနောက်ပိုင်းကွန်ပျူတာတို့၊ဒီဗီဒီတို့၊ကင်မရာတို့မှာဆိုရင်မှာ-ရုပ်ငြိမ်ပုံကွက်တစ်ကွက်မှာရှိတဲ့လိုင်းလေးတွေကို field နှစ်အုပ်စုခွဲပြီးလက်ယှက်ထိုးစနစ်နဲ့scanningမလုပ်တော့ပဲ၊အစဉ်လိုက်တစ်လိုင်းပြီးတစ်လိုင်းပုံကွက်ဖော်ထုတ်နှုန်း၂ဆ(သို့)၂ဆထက်မြင့်မားတဲ့နှုန်းတစ်ရပ်ဖြင့်ကြောင်းတဲ့စနစ်ကိုအခြေပြုဆောင်ရွက်လာတာတွေ့ရပါတယ်။အဲဒီ scanning စနစ်ကိုအစဉ်လိုက်ကြောင်းတဲ့စနစ်(progressive scanning) (သို့မဟုတ်)(p-scan)လို့ခေါ်ပါတယ်။ p-scan စနစ်မှာ horizontal scanning rate ပိုမြန်ဖို့တော့လိုပါတယ်။ဒါကြောင့်ကွန်ပျူတာမော်နီတာတွေရဲ့ horizontal scanning နည်းပညာဟာ entertainment TV တွေထက် ပိုပြီးမြင့်ပါတယ်။ digital video စနစ်သုံးစက်တွေမှာ p-scanကိုသုံးပြီး၊ analog videoစနစ်မှာ i-scan ကို အသုံးများတာတွေ့ရပါတယ်။

ရုပ်ရှင်ဖလင်ပြစက်တွေမှာတော့ရုပ်ငြိမ်ပုံကွက်တစ်ကွက်ကို မီးထိုးပြသထားစဉ် (projection လုပ်ထားစဉ်)ပိတ်ကားပေါ်မှာ ၂ကြိမ် မီးထိုးပြလို့ရအောင်အလင်းတံခါး(shutter)နဲ့ဆလိုက်မီးကို ၂ကြိမ် ပိတ်/ဖွင့်ပြုလုပ်ထားတဲ့နည်းဖြင့်စီစဉ်ဆောင်ရွက်ထားတဲ့အတွက် flicker rate ကိုပုံကွက်နှုန်း(24 frames/second)ထက် ၂ဆ(48 views per second) မြန်သွားစေတဲ့နည်းဖြင့် အလင်းမှိတ်တုတ်ဖြစ်ခြင်းသက်သာအောင်ဆောင်ရွက်ပါတယ်။

2.4.4: Horizontal and Vertical Synchronization

ကင်မရာမှတစ်လိုင်းပြီးတစ်လိုင်းစာအဆက်မပြတ်ပို့လွှတ်ပေးလိုက်တဲ့ pixels လေးတွေကို မော်နီတာ screen ပေါ်မှာ မူလရုပ်ပုံအတိုင်းအနေအထားမပျက်ပြန်လည်ဖွဲ့စည်းပြသတဲ့အခါ ပုံပျက်ယွင်းမှုမရှိစေဖို့ pixels လေးတွေကိုသူ့နေရာနှင့်သူစနစ်တကျပြန်လည်နေရာချပေးဖို့လိုပါတယ်။အဲဒီအတွက် ကင်မရာမှတစ်လိုင်းစာ pixels လေးတွေ ပို့လွှတ်လိုက်တိုင်း ပြိုင်ကျပြုလှိုင်းပြတ်လေးတစ်ခုစီထုတ်လွှတ်ပေးပြီးမော်နီတာရဲ့ horizontal scanning section ကိုထိန်းချုပ်စေဖို့စီမံဆောင်ရွက်ထားပါတယ်။အဲဒီပြိုင်ကျပြုလှိုင်းပြတ်ကို အလျားလိုက်ပြိုင်ကျပြုလှိုင်းပြတ်(horizontal synchronization pulse)လို့ခေါ်ပြီး၊ အတိုကောက်အနေနဲ့ H-sync puls လို့ရေးကြပါတယ်။ထောင့်မတ်မျဉ်းအတိုင်းဖြောင့်ဖြောင့်တန်းတန်းပေါ်ပြရမယ့်ရုပ်ပုံတစ်ခုဟာကောက်ကောက်ကွေးကွေးနဲ့တွေ့နေရပြီဆိုရင်အလျားလိုက်လိုင်းလေးတွေအပေါ်မှာသူ့နေရာနှင့်သူပြန်ထားရမယ့် pixels လေးတွေဟာ အချိန်စောနေရာချမိခြင်း(သို့)အချိန်နောက်ကျနေရာချမိခြင်းတို့ကြောင့်ဖြစ်ရတဲ့အတွက်အဲဒီပြစ်ချက်ဟာ horizontal synchronization ထိန်းချုပ်မှုညံ့ဖျင်းမှုကြောင့်လို့ဆိုရပါမယ်။

အဲဒီလိုပါပဲ ရုပ်ငြိမ်ပုံကွက်(frame)တစ်ကွက်စာပြသလို့ပြီးဆုံးတိုင်း vertical synchronization pulse ကိုထည့်ပေးဖို့လိုပြန်ပါတယ်။သို့မှသာရုပ်ငြိမ်ပုံကွက်လေးတွေကိုချောမွေ့ပြေပြစ်စွာဆက်စပ်ပြီးလှုပ်ရှားတဲ့ ရုပ်ပုံတွေအဖြစ်(motion pictures လေးတွေကို)စဉ်ဆက်မပြတ်ဖော်ထုတ်ပေးမှာဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီလှိုင်းပြတ်တွေကို v-sync pulseလို့ခေါ်ပါတယ်။တကယ်လို့ရုပ်ငြိမ်ပုံကွက်တွေ screen ရဲ့အပေါ်ဖက်(သို့မဟုတ်)အောက်ဖက်သို့လိမ့်တက်(သို့မဟုတ်)လိမ့်ဆင်း{rolling up(or)rolling down}ဖြစ်နေပြီဆိုရင်vertical synchronization ထိန်းချုပ်မှုညံ့ဖျင်းနေလို့ဖြစ်ပါတယ်။

video camera တွေကို AC voltage ဖြင့် synchronize လုပ်လေ့ရှိပါတယ်။60Hz အေစီကြိမ်နှုန်းအသုံးပြုတဲ့အမေရိကန်နိုင်ငံလိုတိုင်းပြည်အများစုမှာ အဲဒီလို AC voltage နဲ့ synchronized လုပ်တဲ့အတွက်စက္ကန့်တိုင်းမှာရုပ်ငြိမ်ပုံကွက်(frame)ပေါင်း၃၀ကွက်(တနည်း) field ပေါင်း ၆၀ ကို ဖွဲ့စည်းပေးနေသလိုမျိုးဖြစ်စေပါတယ်။ 50Hz အေစီကြိမ်နှုန်းအသုံးပြုတဲ့ ကျွန်တော်တို့မြန်မာနိုင်ငံအပါအဝင်ဥရောပတိုက်တိုင်းပြည်တော်တော်များများကတော့ ရုပ်ငြိမ်ပုံကွက်(Frame)ပေါင်း၂၅ကွက်(သို့မဟုတ်) Field ပေါင်း၅၀နှုန်းနဲ့ စက္ကန့်တိုင်းဆောင်ရွက်စေပါတယ်။အဲဒီလို vertical synchronization ကို အေစီလျှပ်စစ်လိုင်း frequency နှင့်ဆက်စပ်အသုံးပြုထားတဲ့အတွက်အေစီလျှပ်စစ်သုံး lighting ပေးပြီး၊ ဗီဒီယိုရိုက်တဲ့အခါ flicker ဖြစ်ခြင်းကိုလျော့နည်းစေမှာဖြစ်ပါတယ်။lighting အတွက်အသုံးပြုမယ့် လျှပ်စစ်

စစ်စွမ်းအားပေးပင်ရင်းရွေးချယ်တဲ့နေရာမှာ flicker ကိစ္စတွေးပူစရာမလိုတော့ပါဘူး။အေစီအလင်းပေးပင်ရင်းများကြောင့်မြင်ရတဲ့ image တွေကိုလှုပ်ရှားမှုရိုက်ကူးတဲ့အခါကင်မရာရဲ့ vertical sync frequency ဟာအေစီ light source frequency နှင့်တူဖို့လိုပါတယ်။မဟုတ်ရင်အဲဒီ frequency ၂ခုရဲ့ခြားနားချက်ပမာဏအတိုင်းရှိအလွန်ဆိုးရွားတဲ့ flicker ကိုတွေ့ရမှာဖြစ်ပါတယ်။တစ်စက္ကန့်မှာ၄၈ကြိမ်နှုန်းနှင့် projection လုပ်နေတဲ့ရုပ်ရှင်ပိတ်ကားပေါ်မှ image ကို vertical scanning frequency ၆၀ကြိမ်နှုန်းရှိတဲ့ NTSC ဗီဒီယိုကင်မရာနဲ့ရိုက်တဲ့အခါတစ်စက္ကန့်မှာ၁၂ကြိမ်နှုန်းဖြင့်အလင်းတုန်ခါနေမှု(flicker)ကိုထင်ရှားစွာတွေ့ရပါလိမ့်မယ်။vertical scanning frequency ၅၀ကြိမ်နှုန်းရှိတဲ့ PAL စနစ်သုံးဗီဒီယိုကင်မရာနဲ့ရိုက်မယ်ဆိုရင်တစ်စက္ကန့်မှာ၂ကြိမ်နှုန်းရှိ ပိုနိမ့်တဲ့အလင်းတုန်ခါမှု(flicker)ကိုတွေ့ရမှာဖြစ်လို့ပိုပြီးဆိုးရွားတာကိုမြင်ရပါလိမ့်မယ်။ဒါကြောင့်ကွန်ပျူတာဖန်သားပြင်တို့၊တီဗီဖန်သားပြင်တို့၊ရုပ်ရှင်ပိတ်ကားပြင်တို့၊ LEDကြော်ငြာဘုတ်တို့လို. . . သဘာဝအတိုင်းမဟုတ်တဲ့လူတို့ဖန်တီးထားတဲ့ screen တွေပေါ်က image တွေကို ဗီဒီယိုရိုက်ကူးတော့မယ်ဆိုရင် filcker effect ကိုထည့်သွင်းစဉ်းစားဖို့လိုတယ်ဆိုတာအကြံပေးချင်ပါတယ်။ဒီစီ လျှပ်စစ်မီးနဲ့ရိုက်ရင်တော့ flicker လုံးဝမရှိနိုင်ပါဘူး။

2.4.5: Aspect Ratio

တီဗီဖန်သားပြင်ပေါ်မှာတွေ့နေရတဲ့ screen ပုံကွက်ရဲ့ အလျားနဲ့အမြင့်အတိုင်းအတာတို့ရဲ့အချိုး - (H : V)ကိုမြင်ကွင်းအချိုး(aspect ratio)လို့ခေါ်ပါတယ်။ပုံမှန်စံအားဖြင့်ဆိုရင်တော့ standard aspect ratio ကို 4:3 ထားသုံးလေ့ရှိပါတယ်။အကျယ်ရဲ့အတိုင်းအတာဟာအမြင့်ရဲ့အတိုင်းအတာထက်1.3333 ဆပိုတဲ့သဘောပါ။ဘာကြောင့်လဲဆိုတော့လူ့ရဲ့မျက်စိနှစ်လုံးမျက်နှာပေါ်မှာထားသိုပုံအရသဘာဝရဲ့ရှုခင်းပုံရိပ်တွေကိုအလျားလိုက်ကျယ်ကျယ်မြင်ရတဲ့အတိုင်းလူတို့ဖန်တီးထားတဲ့ပုံရိပ်တုတွေကိုလည်းသဘာဝနဲ့နီးစပ်အောင်ဖန်တီးချင်လို့ပါပဲ။ entertainment မှာသုံးတဲ့နောက်ထပ် special aspect ratio တစ်ခုရှိပါသေးတယ်။အဲဒါကတော့ 16:9 အချိုးပါ။အကျယ်ကိုအမြင့်ထက်1.8 နီးပါးအဆထားရှိတာကြောင့်မြင်ကွင်းပိုကျယ်ကျယ်မြင်နိုင်စွမ်းရှိပါတယ်။ indoor ရှုခင်းတွေဟာ 4 : 3 နဲ့သင့်လျော်ပြီး Outdoor ရှုခင်းတွေဟာ 16 : 9 နဲ့ ပိုသင့်လျော်ပါတယ်။Aspect ratio ပေါ်မူတည်ပြီး scanning rating တွေကွာခြားနိုင်တာကိုလည်းသတိပြုဖို့လိုပါတယ်။

(က) 4:3 aspect ratio screen (standard)

(ခ) 16:9 aspect ratio screen (Wide)

ပုံ(၂-၇) Aspect ratios of viewing screen

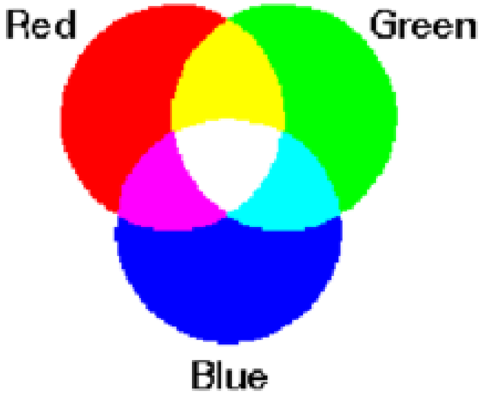
2.4.6: Viewing Distance

မော်နီတာဖန်သားပြင်ပေါ်ကဗီဒီယိုပုံရိပ်တွေကိုထိုင်ကြည့်တဲ့အခါသိပ်နီးလို့လဲမကောင်း၊ သိပ်ဝေးလွန်းလဲမကောင်းပါဘူး။သိပ်နီးတဲ့အခါရှုခင်းပုံရိပ်ကိုသာမက scanning line တွေ၊ snow noise လေးတွေပါ မြင်နေရတဲ့အတွက်စိတ်အနှောက်အယှက်ဖြစ်စေပါတယ်။နောက်တခါသိပ်ပြီးဝေးပြန်ရင်လည်း၊ အသေးစိတ်အသွင်အပြင်လေးတွေနဲ့အသံတွေဟာသဲသဲကွဲကွဲပီပီပြင်ပြင် မမြင်နိုင်၊မကြားနိုင်တော့ပါဘူး။ဒါကြောင့်-မနီး၊မဝေးအနေတော်အကွာအဝေးကကြည့်တာအကောင်းဆုံးဖြစ်ပါလိမ့်မယ်။ဘယ်လိုအနေအထားကိုအကောင်းဆုံးအနေအထားလို့သတ်မှတ်ပါသလဲ။အဖြေရှိပါတယ်။ပုံဖော်ဖန်သားပြင်(screen) ရဲ့အမြင့်ကိုတိုင်းပါ။အဲဒီအမြင့်ရဲ့ ၄ ဆမှ ၈ ဆအတွင်းရှိတဲ့အကွာအဝေးကိုအကောင်းဆုံးကြည့်သင့်တဲ့အကွာအဝေးအဖြစ်သတ်မှတ်ထားပါတယ်။အဲဒါကို viewing distance လို့ခေါ်တာပါပဲ။

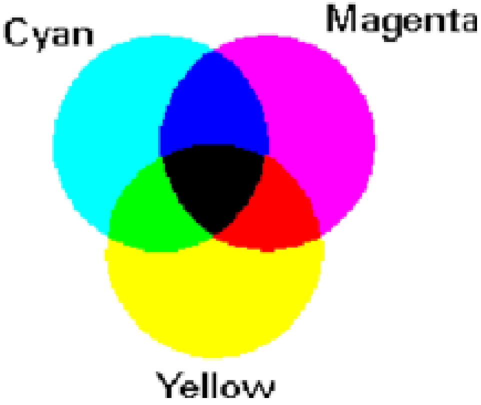
2.4.7: Various Video Signals

■ **R ,G ,B color signals -** ရောင်စုံတီဗီနှင့်မော်နီတာဖန်သားပြင်တို့ပေါ်မှာအရောင်ပုံရိပ်တွေကိုဖော်ထုတ်တဲ့အခါအသုံးပြုတဲ့အခြေခံအရောင်သုံးမျိုးဖြစ်ပါတယ်။
သြကာသလောကကြီးထဲမှ မရေမတွက်နိုင်လောက်အောင်များပြားလှတဲ့ အရောင်မျိုးစုံကို အဲဒီအရောင်သုံးမျိုးတည်းနဲ့ရောစပ်လို့ရပါတယ်။အဲဒီ အနီရောင်(red)၊အစိမ်းရောင်(green)၊အပြာရောင်(blue)တို့နဲ့အဖြူဖြစ်အောင်လည်းစပ်လို့ရပါတယ်။R ,G ,B သုံးတဲ့အခြေခံအရောင်စနစ်ကို တိုက်ရိုက်အလင်းထုတ်တဲ့နည်းနဲ့ပုံရိပ်ဖော်တဲ့တီဗီဖန်သားပြင်တို့၊မော်နီတာဖန်သားပြင်တို့. . . လို screen တွေအတွက်ပဲ၊ မှန်မှန်ကန်ကန်အသုံးပြုလို့ရမယ်ဆိုတာသတိပြုပါ။တဆင့်ပြန်အလင်းနဲ့ပုံရိပ်ဖော်ပေးတဲ့ ပုံနှိပ်လုပ်ငန်း(printing လုပ်ငန်း)လို၊ စက္ကူပေါ်မှာရောစပ်တဲ့အခါ မှန်ကန်တဲ့အရောင်တွေကိုမပေးတော့ပါဘူး။တိုက်ရိုက်အလင်းထုတ်ပုံရိပ်၊ တဆင့်ပြန်အလင်းထုတ်ပုံရိပ်တွေဆိုတာကတော့-မော်နီတာဖန်သားပြင်က ကိုယ်ပိုင်အလင်းတိုက်ရိုက်ထုတ်ပြီး၊ စက္ကူမျက်နှာပြင်ကတော့ ကိုယ်ပိုင်အလင်းတိုက်ရိုက်မထုတ်နိုင်တာကိုဆိုလိုတာပါ။တနည်းအားဖြင့် လုံးဝပိန်းပိတ်အောင်မှောင်နေတဲ့အခန်းထဲမှာ တီဗီဖန်သားပြင်ပေါ်ကရုပ်ပုံတွေကိုမြင်လို့ရပေမယ့်၊ စက္ကူပေါ်မှရုပ်ပုံကိုတော့မြင်နိုင်စွမ်းမရှိတဲ့သဘောပေါ့။တီဗီဖန်သားပြင်ပေါ်မှာအနီ၊အစိမ်း၊အပြာ-အခြေခံအရောင်သုံးရောင်နဲ့အရောင်မျိုးစုံရအောင်စပ်တဲ့စနစ်ကို ပေါင်းစပ်အရောင်ရောစနစ်(additive color mixture system)လို့လည်းခေါ်ပါတယ်။အခုရှင်းပြနေတဲ့ R,G , B အရောင်သုံးမျိုးဟာ additive color mixture system အတွက် primary colors တွေဆိုတာသတိပြုမှတ်သားကြဖို့လိုပါတယ်။

■ **C , M , Y , K color signals-** တဆင့်ပြန်အလင်းနဲ့ပုံရိပ်ဖော်တဲ့ပုံနှိပ်လုပ်ငန်း(printing လုပ်ငန်းလုပ်ငန်း)တွေမှာတော့ရောင်စုံပုံရိပ်တွေကို-စိမ်းပြာရောင်



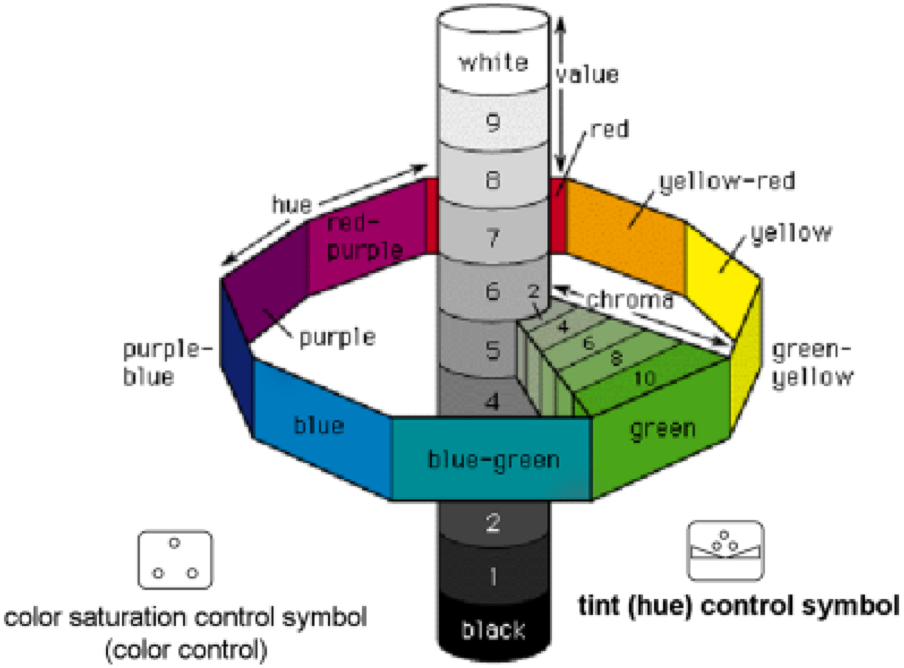
ပုံ(၂-၈) RGB primary color additive mixture system



ပုံ(၂-၉) CMYK promary color subtractive mixture syatem

(cyan)၊ ခရမ်း ပြာရောင် (magenta)၊ အဝါရောင်(yellow)၊အမည်းရောင်(black)တို့ . . . စတဲ့အခြေခံအရောင်လေးမျိုးနဲ့စပ်ပြီးဖော်ထုတ်ပါတယ်။ကွန်ပျူတာသုံး inkjet printer မှာတွေ့ရတဲ့ဆေးဘူးလေးဘူးဟာ C , M , Y , K အရောင်တွေဖြစ်ပါတယ်။ဒါကြောင့်အဲဒီအရောင်လေးရောင်ဟာ printing လုပ်ငန်းအတွက် primary colors တွေလို့မှတ်ပါ။အခုလိုနည်းနဲ့အရောင်တွေရောစပ်တဲ့အရောင်ရောစနစ်ကိုတော့ ထုတ်နှုတ်အရောင်ရောစနစ်(subtractive color mixture system)လို့ခေါ်ပါတယ်။

အနှစ်ချုပ်မှတ်ရမှာကတော့ additive color mixture system(တီဗီစနစ်)မှာ အခြေခံအရောင်အဖြစ် R , G , B ကိုသုံးပြီး၊ subtractive color mixture system (ပုံနှိပ်စနစ်)မှာတော့ C , M , Y ,K တို့ကို အသုံးပြုတယ်ဆိုတာပဲဖြစ်ပါတယ်။ဒီနေရာမှာ black အတွက်အတိုကောက်စာလုံးကို နောက်ဆုံးအက္ခရာ K နဲ့ကိုယ်စားပြုထားတာကတော့ blue နဲ့ရောသွားမှာစိုးလို့ထင်ပါတယ်။



ပုံ(၂-၁၀) Y နှင့် C သဘောတရားဖော်ပြထားပုံ

■ **Luminance(Y) signal-** အချို့ကင်မရာတွေ၊မော်နီတာတွေဟာအဖြူနှင့်အမည်းတရောင်တည်းသာရှိတဲ့ video signal ဖြင့်သာအလုပ်လုပ်ကြပါတယ်။အဲဒီ signal မှာရုပ်ပုံရဲ့အလင်းနှင့်အမှောင်ဆိုင်ရာအချက်အလက်တွေသာပါဝင်တာကြောင့်၊သူ့ကိုအလင်းဆိုင်ရာအချက်ပြ (luminance signal)လို့ခေါ်ပြီး၊သင်္ကေတ"Y"ဖြင့် ကိုယ်စားပြုဖော်ပြတတ်ပါတယ်။ဒီနေရာမှာ "Y" ဆိုတာဟာ yellow ကိုပြောတာမဟုတ်ဘူးနော်။Y - signal မှာအရောင်ဆိုင်ရာအချက်အလက်တွေမပါဝင်ပါဘူး။အရောင်တွေထဲမှာရှိနေတဲ့အလင်းဆိုင်ရာအချက်အလက်တွေပဲ၊ပါဝင်ပါတယ်။ဥပမာ-အစိမ်းရောင်ရုပ်ပုံကို Y -signal အနေနဲ့ကိုယ်စားပြုပြသတဲ့အခါခပ်လင်းလင်းအဖြူ/အမည်းရုပ်ပုံ(မီးခိုးရောင်နုရုပ်ပုံ)ကိုတွေ့ရပြီး၊အပြာရင့်ရောင်ရုပ်ပုံကိုတော့တော်တော်လေးမှောင်တဲ့အဖြူ/အမည်းရုပ်ပုံသဏ္ဌာန်တွေ့ရပါလိမ့်မယ်။တကယ်တော့ Y - signal ဟာ black & white video signal တစ်မျိုးလို့ဆိုနိုင်ပါတယ်။

R,G, B primary color သုံးခုမှ luminance(Y)signal ဖြစ်အောင်ရောစပ်တဲ့အခါညီမျှခြင်း(၂-၁)မှာပြထားတဲ့အချိုးအတိုင်းရောစပ်ယူရပါတယ်။ရုပ်ပုံတစ်ပုံရဲ့အလင်း-အမှောင်သဘာဝ (bright-

ness)၊ အဖြူ-အမည်းကွာခြားချက် (contrast)သဘာဝတို့ဟာလည်း luminance(Y)signal ရဲ့သဘာဝတွေ၊ ဆိုတာသိထားရပါမယ်။Y-signal ရဲ့ သဘာဝကြောင့် ရုပ်ပုံကိုထင်ရှားပြတ်သားကွဲပြားစေတဲ့ အနားရေးကြောင်း(outlines)လေးတွေကို တွေ့ရတာဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီ သဘာဝဟာ ရုပ်ပုံရဲ့resolution ကိုလည်း အဆုံးအဖြတ်ပေးပါတယ်။

$$Y = 0.3\,R + 0.59\,G + 0.11\,B$$ ...... ညီမျှခြင်း(၂-၁)

အဖြူ/အမည်းကင်မရာများနဲ့အဖြူ/အမည်းမော်နီတာများဟာ lminance signal ဖြစ်တဲ့ Y-signal ကိုသာ processed လုပ်တယ်ဆိုတာမမေ့ပါနှင့်။

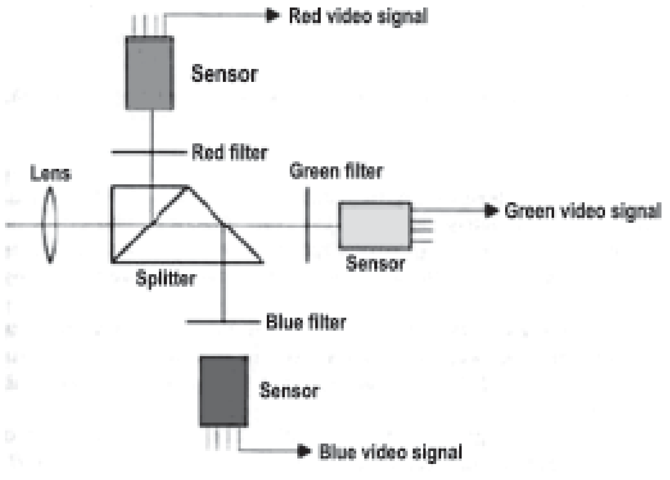
■ **Chrominance(C) signal -** အရောင်ရုပ်ပုံတစ်ပုံကိုသေသေချာချာသရုပ်ခွဲလေ့လာတဲ့အခါ အလင်း/အမှောင်ဆိုင်ရာသဘောတရားနဲ့အရောင်ဆိုင်ရာသဘောတရား-တို့ပါဝင်နေတာတွေ့ရမှာပါ။အလင်း/အမှောင်ဆိုင်ရာသဘောတရားကို luminance character လို့ခေါ်တာရှင်းပြခဲ့ပြီးပါပြီ။အရောင်ဆိုင်ရာသဘောတရားကို chrominance character လို့ခေါ်ပါတယ်။video signals အနေနဲ့ပြောမယ်ဆိုရင် Y-signal နဲ့ C-signal ဆိုပြီးပြောလို့ရပါတယ်။Y-signal မှာအဖြူနှင့်အမည်းဖြစ်လာမယ့်အလင်းနှင့်အမှောင်အသွင်အပြင်လေးများသာပါပြီး၊C-signal မှာတော့ အရောင်နှင့်ဆိုင်တဲ့ အရောင်နုခြင်း/ရင့်ခြင်း(saturation)သဘာဝနှင့် အရောင်အသွေးကွဲပြားခြင်း(tint) (or)(hue)ဆိုတဲ့ ဆင့်ပွားသဘာဝနှစ်ရပ်ပါဝင်နေပါတယ်။အရောင်ဆိုင်ရာဆင့်ပွားသဘာဝ ၂ရပ်ဖြစ်တဲ့ saturation နှင့် tint သဘာဝတို့ကိုကိုယ်စားပြုတဲ့ video signal ကို chrominance(C)signal လို့ခေါ်ခြင်းဖြစ်ပါတယ်။

ပန်းချီဆရာတစ်ဦးဟာရောင်စုံပန်းချီကားတစ်ချပ်ဖြစ်လာဖို့ chrominance(C)သာမက luminance (Y) သဘာဝကိုလည်းထည့်စဉ်းစားရပါတယ်။ခဲတံနဲ့အဖြူ/အမည်းပုံကြမ်းရေးဆွဲနေတာတို့၊ အရောင်တွေထဲမှာရှိနေတဲ့အလင်း/အမှောင်သဘောတရားတို့ဟာ luminance(Y) ရဲ့သဘောတရားကိုဖော်ကြူးနေတဲ့အချက်တွေပါ။ဥပမာ-ဆေးရုံရဲ့လူနာခန်းကိုခပ်လင်းလင်းလေးဖြစ်အောင်အဝါနုရောင်ဆေး (သို့မဟုတ်)ဖက်ဖူးစိမ်းနုရောင်ဆေးရွေးချယ်သုတ်လိမ်းခြင်းဟာလူနာရဲ့စိတ်ကိုကြည်လင်လန်းဆန်းစေဖို့ရည်ရွယ်တဲ့ luminance(Y)သဘောတရားပါ။ထိုနည်းတူစွာ-ရဲစခန်း(အချုပ်ခန်း)တွေမှာအသုံးပြုတဲ့အလင်းရောင်ခပ်မှိုင်းမှိုင်းဖြစ်စေတဲ့အုတ်ခဲရောင်(နီညိုရောင်). . . စတဲ့အရောင်တွေဟာလည်းအချုပ်သားများရဲ့စိတ်ဓါတ်ကျဆင်းချိုးနှိမ့်ဖို့စိတ်ပညာသဘောအရရွေးချယ်ထားတဲ့အလင်း/အမှောင် luminance(Y) သဘောဖြစ်ပါတယ်။

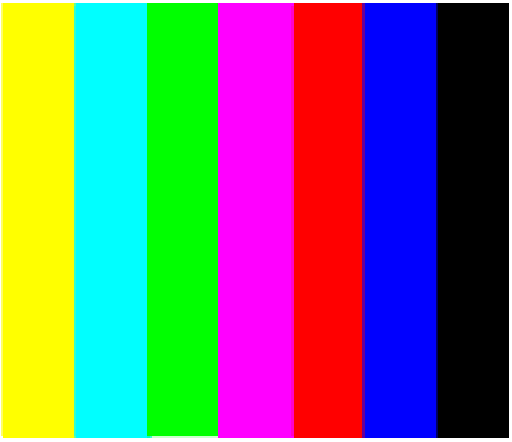
မိုးကောင်းကင်ရဲ့အရောင်ပြာခြင်း၊မြက်ခင်းနုလေးများရဲ့အရောင်စိမ်းခြင်း၊လူ့ရဲ့အသားအရောင်ပန်းနုရောင်ရှိခြင်း. . . စတဲ့အရောင်ကွဲပြားမှုတွေဟာ chrominance(C)ရဲ့အရောင်အသွေး(color tint) သဘောကိုကိုယ်စားပြုတဲ့အရောင်သဘာဝတစ်ရပ်ဖြစ်ပါတယ်။အရောင်ရဲ့သဘောနောက်တစ်ခုကတော့ နုခြင်းနှင့်ရင့်ခြင်းဆိုတဲ့သဘောပါ။ဥပမာ-သင်ဟာအစိမ်းရောင်အင်္ကျီတစ်ထည်ဝယ်ဝတ်ပြီဆိုပါစို့၊အဲဒီ

အကြိုသစ်ဟာခဏခဏလျှော့လိုက်ဝတ်လိုက်လုပ်ရင်းအချိန်အတန်ကြာလာတဲ့အခါအရောင်လွင့်လာပါလိမ့်မယ်။အဲဒီသဘောကိုအရောင်ရဲ့အနု/အရင့်သဘော(color saturation)လို့ခေါ်ပါတယ်။color ဗီဒီယိုကင်မရာတွေနဲ့ color မော်နီတာတွေထဲမှာ chrominance signal process လုပ်နေတဲ့ circuit တွေအပြင် luminance signal process လုပ်နေတဲ့ circuit တွေလည်းရှိပါတယ်။ color monitor တွေမှာအရောင်အနု/အရင့်ချိန်တဲ့အစက်လေးသုံးစက်သုံးပွင့်ဆိုင်သင်္ကေတဖြင့်ပြထားတဲ့နှိပ်ခလုပ်(color control buttons)နဲ့အရောင်သွေးချိန်တဲ့တြိဂံ ပုံစံထိပ်ချွန်နှစ်ခုဆိုင်ကာယင်းအပေါ်တွင်အစက်သေးလေးသုံးစက်တင်ထားတဲ့သင်္ကေတကိုယ်စားပြုနှိပ်ခလုပ်(tint control buttons)တွေပေးထားတတ်ပါတယ်။ပုံ(၂-၁၀)ရှု။

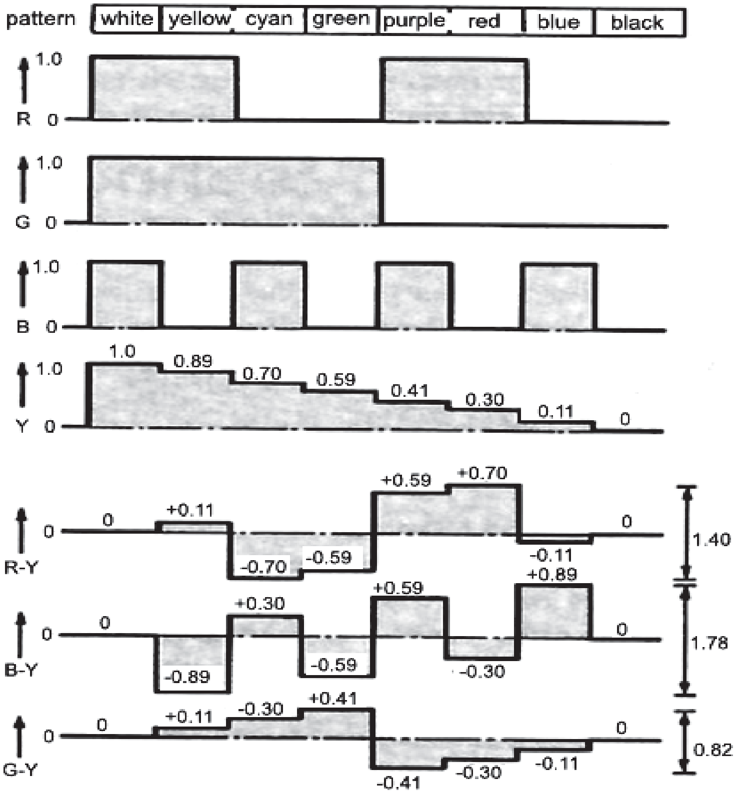
■ **Composite video signal -** Color camera ရဲ့ R , G , B video signals သုံးခုကိုဝါယာကြိုးသုံးချောင်းသုံးစရာမလိုပဲ၊ ဝါယာကြိုးတစ်ချောင်းတည်းနဲ့ black & white မော်နီတာသို့လည်းကောင်း၊ color မော်နီတာသို့လည်းကောင်း၊ compatibility လည်းဖြစ်၊ စရိတ်စကလည်း ကျဉ်းစေရန်ရည်ရွယ်ပြီး ရှေးနှစ်ပေါင်းများစွာကထဲက ယခုချိန်ထိသုံးစွဲနေဆဲနည်းတစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။ R ,G ,B signals သုံးခုကိုရိုးရိုးလေးပေါင်းလိုက်ရုံလေးနဲ့တော့မရပါဘူး။ကျွန်တော်တို့ကျောင်းသား ဘဝတုံးက ဒြပ်ပေါင်းနှင့်ဒြပ်နှောသင်ခဲ့ရသလိုသဲနှင့်ဆားရောထားတဲ့ ဒြပ်နှောသဏ္ဍာန်မျိုးပေါင်းထားမှသာ မော်နီတာမှာမူရင်း R ,G ,B signals တွေအဖြစ်အလွယ်တကူပြန်ခွဲထုတ်လို့ရမှာပါ။ဒီလိုပြုလုပ်တာကိုကင်မရာမှာတော့ encoding ပြုလုပ်တယ်(ထုတ်ပိုးတယ်ပေါ့နော်)ခေါ်ပြီး၊မော်နီတာမှာတော့ decoding လုပ်တယ်(ဖြေထုတ်တာကို ဆိုတာပါ)လို့ခေါ်ပါတယ်။အဲဒီလိုလုပ်တဲ့နည်းစဉ်အဆင့်ဆင့်ကိုကျွန်တော်ဒီနေရာမှာဖော်ပြချင်ပေမယ့်အခြေအနေမပေးတာကြောင့်အကျဉ်းချုံးဖော်ပြပေးရတာကိုတော့ခွင့်လွှတ်ကြစေလိုပါတယ်။



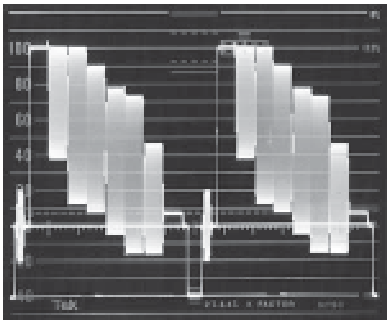
(က) Simple color camera



(ခ) Color bars



(ဂ) Color bar အတွက် Component breakdown



(ဃ) Color bar အတွက် Composite video signal ။

ပုံ(၂-၁၁) Composite video signal ပြုလုပ်ပုံအဆင့်ဆင့် ။

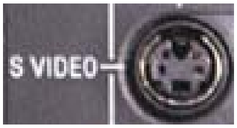
R, G, B signals တွေကို NTSC Format အတွက် Y , Q , I signals တွေဖြစ်အောင် ပြောင်းယူပါတယ်။PAL Format အတွက်တော့Y , U , V signals တွေဖြစ်အောင်ပြောင်းပါတယ်။ အဲဒီ signals တွေဟာ R, G, B signals သုံးမျိုးကိုသတ်မှတ်ထားတဲ့အချိုးများနဲ့ပေါင်းစပ်ထားတဲ့ composite signals တွေဖြစ်ပါတယ်။ညီမျှခြင်း(၂-၂)မှ(၂-၈)တို့မှာပြထားပါတယ်။အဲဒီ signals တွေ ထဲကမှ Y-signal ဟာအဖြူ နှင့်အမည်းရုပ်ပုံဆိုင်ရာအချက်အလက်ကလေးများသာပါဝင်တဲ့ luminance signal ဖြစ်ပြီး၊(Q နှင့် I)(သို့မဟုတ်)(U နှင့် V) signals တွေကတော့အရောင်အနု-အရင့်(color saturation)

I = 0.60R - 0.28G - 0.32B . . . . ညီမျှခြင်း(၂-၂)
Q = 0.21R - 0.52G - 0.31B . . . . ညီမျှခြင်း(၂-၃)
B-Y = 1.00B-(0.30R+0.59G+0.11B) . . . . ညီမျှခြင်း(၂-၄)
R-Y = 1.00R -(0.30R+0.59G+0.11B) . . . . . . ညီမျှခြင်း(၂-၅)
G-Y = -0.51(R-Y) - 0.19(B-Y) . . . . ညီမျှခြင်း(၂-၆)
U =0.49(B-Y) . . . . ညီမျှခြင်း(၂-၇)
V = 0.88(R-Y) . . . . ညီမျှခြင်း(၂-၈)

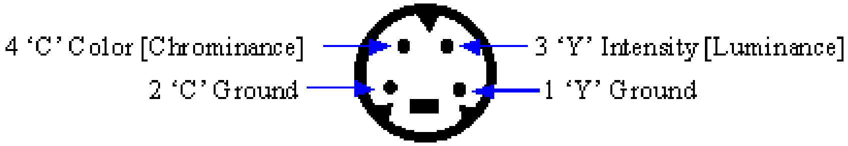
နှင့်အရောင်အသွေး (color tint) လို့ခေါ်တဲ့အရောင်ဆိုင်ရာအချက်အလက်ဖြစ်တဲ့ C-signal ဖြစ်လာအောင်ဆက်ပြီးလုပ်ဆောင်ရမယ့် signals တွေဖြစ်ကြပါတယ်။Q နှင့် I (သို့) U နှင့် V signals တွေကို balanced modulator ထဲမှာအရောင်သယ်ဆောင်လှိုင်းခွဲ(color subcarrier)နဲ့လှိုင်းသလိုက်တဲ့အခါ အရောင်အချက်အလက်တွေပါဝင်နေတဲ့ C-signal ကိုရရှိပါတယ်။အဲဒီC-signalကိုY-signal နဲ့ထပ်ပြီး ပေါင်းလိုက်တဲ့အခါ total colorplexed video signal အဖြစ်နောက်ဆုံးရရှိပါတယ်။အဲဒီ signal ကို

(က) composite video terminal
(Yellow color single phonojack)

(ခ) component video terminal
(Green-Y, Blue-P_B, Red-P_R color three phono jack)



(ဂ) S-video terminal
(4 pin DIN jack)



(ဃ) 4 pin DIN jack pin out diagram for S-video

ပုံ(၂-၁၂) ယခုခေတ်ပေါ် Video signal sources (DVD, play station 2, EVD, projector) များ တွင်ပေးထားလေ့ရှိသော composite , component and S-video signal terminals များ

VCR , VCD , DVD , monitor . . . စတဲ့ equipments တွေမှာ RCA jack (သို့) phono jack အဝါရောင်outlet ဖြင့်ပေးထားပြီး CCTV camera နဲ့ DVR equipment တွေမှာတော့ BNC jack နဲ့ထုတ်ပေးထားတာတွေ့နိုင်ပါတယ်။အဲဒီ Y နှင့် C ရောထားတဲ့ total colorplexed video signal ထဲမှာအခြား control signals တွေဖြစ်တဲ့ blanking pulse signal, synchronization pulse signal , color burst siganl . . . တို့လည်းပါဝင်ထည့်သွင်းပေးထားတာကြောင့်အဲဒီ video signal ကို composite video signal လို့ခေါ်ဆိုထားခြင်းဖြစ်ပါတယ်။တခါတရံ CVBS signal(**C**hroma **V**ideo **B**lanking **S**ync)လို့လည်းသုံးနှုန်းတတ်ပါတယ်။များသောအားဖြင့် composite video signal ရဲ့level ဟာ1V_{P-P}(negative sync)မျှရှိပါတယ်။ composite video signal ဟာ signal ရဲ့ amplitude ပမာဏပေါ်အခြေပြု process လုပ်တဲ့နည်းစဉ်ကိုအဓိကအသုံးပြုထားတာကြောင့် analog video signal တစ်မျိုးဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီ signal ကို transmission လုပ်တဲ့အခါ coaxial cable လို shielded medium ကိုအသုံးပြုဖို့လိုပါတယ်။

Composite video signal ပြုလုပ်ပုံအဆင့်ဆင့်ကိုပုံ(၂-၁၁)မှာဖော်ပြပေးထားပါတယ်။ပုံမှာပြထားတဲ့ video signal waveforms တွေဟာ standard color bar အတွက်ဖြစ်တာမို့ ရှင်းလင်းပြတ်သားတဲ့လှိုင်းပုံစံတွေလိုမျိုးမြင်ရမှာဖြစ်ပေမယ့်၊တကယ်ရှု့ခင်းရုပ်ပုံတွေအတွက်လှိုင်းပုံစံတွေကတော့ဒီလိုမျိုးမရှင်းပါဘူး။အရမ်းရှုတ်ပါတယ်။ပုံ(၂-၁၁)မှာစီစဉ်ထားတဲ့ color bar အစီအစဉ်ကိုသတိထားကြည့်ပါ။လက်ဝဲဖက်မှစပြီး-အဖြူရောင်(White)၊အဝါရောင်(Yellow)၊စိမ်းပြာရောင်(Cyan)၊အစိမ်းရောင်(Green)၊ ခရမ်းပြာရောင်(Magenta)၊အနီရောင်(Red)၊အပြာရောင်(Blue)၊အနက်ရောင်(Black) . . . စသည့်အတိုင်းစီစဉ်ထားပါတယ်။အဲဒီအစီအစဉ်ဟာ Y-signal ရဲ့လက်ဝဲဖက်မှလက်ယာဖက်အလိုက်ကြီးစဉ်ငယ်လိုက်အတိုင်းစီစဉ်ထားတာပါ။အဲဒီ color bar ကို color control ပိတ်ပြီးကြည့်တဲ့အခါအရောင်တွေထဲမှာပါတဲ့ အဖြူ/အမည်းပမာဏရဲ့အစီအစဉ်ဟာလက်ယာဖက်ကိုတဖြေးဖြေးပိုမှောင်လာတာတွေ့ရပါမယ်။

ပုံ(၂-၁၁-ဃ)မှာChromasignal,Videosignal(Y-signal),Blanking signal, Synchronizing signal တို့ပေါင်းစပ်ဖွဲ့စည်းနေတဲ့အထက်ပါ color bar pattern အတွက် composite video signal waveform ကို oscilloscopeပေါ်မှာ monitor လုပ်ကြည့်တဲ့အခါတွေ့ရမယ်ပုံကိုဖော်ပြထားပါတယ်။အဲဒီလှိုင်း ပုံစံအရ၊ composite video signal ဟာ Analog signal ဆိုတာထင်ရှားနေပါတယ်။ equipmentတွေမှာ အဝါရောင်ဖြင့်ပေးထားလေ့ရှိတဲ့ composite video output port ကို ပုံ(၂-၁၂-က)မှာဖော်ပြထားပါတယ်။ပုံမှာပြထားတဲ့ port jack ဟာ RCA phono jack socket အမျိုးအစားဖြစ်ပါတယ်။

■ **Component video signal -** အခုပြောမယ့်component video signal ဟာလည်း composite တို့၊ S-videoတို့လိုမျိုး analog interface video signal တစ်မျိုးဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီ signal မှာ elements သုံးမျိုးပါဝင်ပါတယ်။အဲဒီသုံးမျိုးကတော့ brightnass နှင့် contrast ဆိုင်ရာအချက်အလက်များပါဝင်နေတဲ့အဖြူနှင့်အမည်း(black and white)ရုပ်ပုံကိုဖော်ထုတ်ပေးမယ့် Y-signal ၊အနီရောင်သန်းသော signal (R-Y) နှင့်အပြာရောင်သန်းသော signal (B-Y) တို့ဖြစ်ကြပါတယ်။ (R-Y)နှင့် (B-Y) signal တို့ဟာအရောင်အချက်အလက်နဲ့ဆိုင်တဲ့ C signal

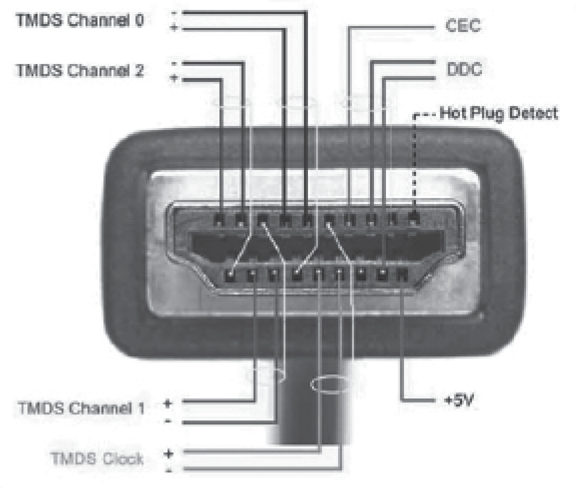
တွေဖြစ်ကြပါတယ်။အစိမ်းရောင် video signalကိုတော့တကူးတကန့်ထည့်ပို့ဖို့မလိုပါဘူး။Y,(R-Y),(B-Y) signals တို့ကိုသတ်မှတ်ထားတဲ့အချိုးနဲ့စက်ထဲမှာပေါင်းစပ်ပေးရင် green ကိုဖော်ထုတ်နိုင်လို့ပါ။ ဒါကြောင့်တခါတရံမှာ component video signal ကို RGB video signal လို့လည်းခေါ်တတ်ကြပါသေးတယ်။component video signal စနစ်မှာအသုံးပြုတဲ့ video signals တွေကို Y ,Pr ,Pb (or) Y ,Cr ,Cb လို့လည်းခေါ်ကြပါတယ်။Y, Pr, Pb လို့နာမည်ပေးထားတဲ့ component video signal ဟာ analog အမျိုးအစားဖြစ်ပြီး၊Y ,Cr ,Cb လို့အမည်ပေးထားတဲ့ signal ကတော့ digital အမျိုးအစားဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီမှာအများပြည်သူသုံးစက်အမျိုးအစား(consumer level products) တွေမှာတော့ analog အမျိုးအစားဖြစ်တဲ့ Y ,Pr ,Pb ကိုအသုံးများပါတယ်။digital အမျိုးအစားကိုတော့ special cases တွေမှာပဲ၊ သုံးလေ့ရှိပါတယ်။

component video စနစ်သုံး cable ပုံစံမျိုးစုံရှိပါတယ်။cable ရဲ့အစွန်းတွေမှာ ခေါင်းသုံးခေါင်းထုတ်ထားပြီး၊ကြိုးတွေကိုစုစည်းပြီးတစ်ချောင်းတည်းဖြစ်အောင်ထုတ်ပိုးထားတဲ့ပုံစံမျိုးကြိုးလည်းတွေ့ရတတ်ပြီး၊သီးသန့်တစ်ချောင်းစီအနေနဲ့လည်းတွေ့ရတတ်ပါတယ်။

ပုံ(၂-၁၂-ခ)မှာ component video signal output တွေဖြစ်ကြတဲ့ Green(Y), Blue(P_B) ,Red(P_R) signals တွေကို RCA Type Phono jack sockets တွေနဲ့အတူသူ့သက်ဆိုင်ရာအရောင်များဖြင့်မမှားရအောင်ပေးထားတာတွေ့ပါလိမ့်မယ်။

■ **S-video - S**eparated video signal လို့ခေါ်တဲ့ S-video မှာ Y-signal နှင့်C-signal ကိုသပ်သပ်စီခွဲပြီးထုတ်ပေးထားပါတယ်။အဲဒီလိုသပ်သပ်စီခွဲထားတဲ့အတွက် composite video စနစ်မှာလို Y နှင့် C အပြန်အလှန်နှောက်ယှက်မှုကြောင့်ဖြစ်ရတဲ့ အရောင်ရုပ်ပုံအတွင်းမှအရောင်ရှိနေတဲ့ objectsအချို့တို့ရဲ့ထောင်လိုက်နှင့်အလျားလိုက်ဦးတည်ဖက်ထောင့်စွန်းလေးတွေမှာအစက်သေးလေးတွေတရွရွသွားလာနေတဲ့ပုံစံမျိုး(dot crawl)၊အစက်လေးများချိတ်ထားတဲ့ပုံစံမျိုး(Hanging dots)၊ အစွန်းလေးများတရွရွလှုပ်နေတဲ့ပုံစံမျိုး(crowling edges). . . စတဲ့မလိုလားအပ်တဲ့ရုပ်ပုံအရည်အသွေးကျဆင်းမှုကိုလျော့ပါးသက်သာစေတဲ့ကောင်းကျိုးကိုရရှိစေပါတယ်။အစကတော့ S-video ကို Y/C **S**eparated video လို့ခေါ်ပြီး DVD player ၊ PlayStation 2 . . . စတဲ့ peripheral devices တွေထံမှ television signal ကိုတီဗီဆီသို့အရည်အသွေးမြှင့်ပေးပို့ဖို့ရည်ရွယ်ထုတ်လုပ်ခဲ့တာဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီလိုနည်းနဲ့ပေးပို့တဲ့အတွက်ရှင်းလင်းပြတ်သားတဲ့အရောင်ရုပ်ပုံအရည်သွေးမျိုးကိုရရှိစေပါတယ်။ S-video signal တွေကို coaxial(သို့မဟုတ်)shielded cable ဝါယာကြိုး၂ချောင်းကို 4 pin DIN plug အငယ်စားအတွင်းတပ်ဆင်ပြီးပို့ဆောင်လေ့ရှိပါတယ်။ပုံ(၂-၁၂-ဂ)ရှု။ S-video ကို Super video လို့လည်းခေါ်ကြပါသေးတယ်။ S-video ဟာလည်း analog interfacing စနစ်တခုဖြစ်တယ်ဆိုတာမှတ်ထားရပါမယ်။

■ **HDMI Technology**- **H**igh **D**efinition **M**ultimedia **I**nterface လို့ခေါ်တဲ့ HDMI ဟာ HDTV(High Definition TeleVision) နှင့် Home Theater စနစ်တို့လိုအဆင့်မြင့်ရုပ်/သံပစ္စည်းတွေမှာအသုံးပြုတဲ့ digital interface standard တစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။ HDMI cable ဟာ USB cable လို single cable လို့ထင်ရပေမယ့်ဝါယာကြိုးပေါင်း ၁၉ချောင်းရစ်ပတ်ထားတဲ့



TMDS > Transition Minized Differential Signaling
CEC > Consumer Electronics Control
DDC > Display Data Channel

(က) Standard HDMI connector

(ခ) Standard HDMI cable(10 ft)

(ဂ) HDMI vs DVI cable

ပုံ(၂-၁၃) HDMI Cable and Connector

cable မျိုးဖြစ်ပါတယ်။HDMI ရဲ့ bandwidth ဟာ 5Gbps(giga bits per secind) အထိသယ်ဆောင်နိုင်စွမ်းရှိပါတယ်။အဲဒီပမာဏဟာအရုပ်နှင့်အသံကို channels ပေါင်းများစွာထုတ်လွှင့် တဲ့အခါအသုံးပြုရတဲ့ bandwidth တန်ဖိုးထက် ၂ဆကျော်ပိုနေတာတွေ့ရပါလိမ့်မယ်။ဒီအချက်နဲ့အခြားအကြောင်းကြောင်းတွေကြောင့်အနာဂတ်မှာ HDMI ဟာသူ့ရှေ့မှာထွက်ထားတဲ့ composite video၊component video၊ S-video. . . စတာတို့ထက်အသုံးတွင်ကျယ်လာလိမ့်မယ်ဆိုတာသေချာပါတယ်။HDMI မှာပါဝင်တဲ့ digital signal တွေအားလုံးဟာ compressed လုပ်မထားပါဘူး။တီဗီထံသို့ပို့ပေးလိုတဲ့ clean digital source တစ်ခုကို တိကျမှုနည်းတဲ့သဘာဝရှိ analog signal အဖြစ်သို့ရောက်ရှိသွားအောင် analog interface တစ်ခုမှ translated လုပ်ပေးရပါတယ်။အဲဒီနောက် screen ပေါ်မှာ display လုပ်နိုင်အောင် digital signal အဖြစ်ပြန်ပြီးပြောင်းယူပါတယ်။translation တိုင်းမှာdigital signal ဟာရုပ်ပုံအရည်အသွေးပျက်ယွင်းမှု(distortion)အနည်းငယ်ကိုဖြစ်စေတဲ့ကျစ်လစ်စုစည်းပြည့်စုံမှု (integrity) ကိုဆုံးရှုံးတတ်ပါတယ်။HDMI ဟာ ရှင်းလင်းပြတ်သားမှုအကောင်းဆုံးရုပ်ပုံတစ်ပုံရရှိစေရန် analog conversion မပါပဲ source signal ကိုမပျက်မစီးထိန်းသိမ်းထားနိုင်စွမ်းရှိပါတယ်။

ရှေ့ပိုင်းမှာဖော်ပြခဲ့တဲ့ video interfaceတွေဟာ left / right audio signalတွေအတွက်audio cable ကြိုးကို RCA(phono) jack နဲ့သပ်သပ်စီးသုံးပေးရပါတယ်။bandwidth နှင့် speed ကျယ်ဝန်းတဲ့ HDMI ဟာ video signal ကိုသာမက compressed လုပ်မထားတဲ့ surround-sound လို digital audio signal channels ၈ ခုအထိသယ်ဆောင်ပေးနိုင်စွမ်းရှိတာတွေ့ရပါတယ်။ဒါကြောင့် home theater system ဖွဲ့စည်းတည်ဆောက်မှု process တစ်ခုလုံးကိုအလွန်ရှင်းလင်းတဲ့ cable ကြိုးတစ်ချောင်း

တည်းဖြင့်စနစ်ရဲ့နောက်ကွယ်မှာဝါယာတွေရှုတ်ပွမှုမရှိပဲ အစားထိုးနိုင်ပါတယ်။standard HDMI cable ဖြစ်တဲ့ type-A cable မှာဝါယာကြိုးပေါင်း၁၉ချောင်းပါဝင်ပြီး၊ Type-B, HDMI cable မှာတော့၂၉ ချောင်းအထိပါတာတွေ့ရပါတယ်။ရုပ်ရှင်လုပ်ငန်းနဲ့အခြားစီးပွားဖြစ်လုပ်ငန်းတွေမှာ Type-B cable ကို အသုံးများပါတယ်။အဲဒီအမျိုးအစား၂မျိုးစလုံးဟာ intelligent HDMI တွေဖြစ်ကြပါတယ်။ဆိုလိုတာ ကတော့ HDMI-enabled components တွေအတွက် interface မှတဆင့်တစ်ခုနှင့်တစ်ခုစကားပြော ဆက်သွယ်လို့ရတဲ့ built-in capability ရှိတယ်လို့ဆိုတာပါ။auxiliary informations တွေကိုတော့ all-in-one remote လုပ်ငန်းစဉ်မှပံ့ပိုးပေးပါတယ်။အခြားသောအပြန်အလှန်လုပ်ဆောင်မှုအသွင်အပြင် လက္ခဏာတွေကိုအရင်ပေါ်ပေါက်ခဲ့တဲ့ interfacing နည်းပညာတွေမှာမတွေ့ရပါဘူး။

ပုံ(၂-၁၃)မှာ standard HDMI တစ်ခုရဲ့ cable နဲ့ connector တွေကိုဖော်ပြထားပါတယ်။ connector ရဲ့ပင်နံပတ် ၁ မှ ၉ အထိဟာ TMDS data channels သုံးစုံစာအတွက်ပေးထားတာဖြစ် ပါတယ်။TMDSဆိုတာဟာTransition Minimized Differential Signaling ကိုကိုယ်စားပြုပြီး DVI နှင့် HDMI ပစ္စည်းတွေမှာ High speed digital data များပို့ဆောင်ဖို့သုံးတဲ့အဆင့်မြင့်နည်းပညာ တစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။ TMDSမှာရုပ်ပုံနှင့်အသံအချက်အလက်၂မျိုးစလုံးထည့်ထားပြီး channel တစ်စုံစီမှာ ground လိုင်းအပါအဝင် differential signal (+) , (-) ဆိုပြီးသတ်မှတ်ပေးထားတဲ့ငုတ်သုံးငုတ်ပါဝင် ပါတယ်။ပင်နံပါတ် ၁၀ မှ ၁၂ အထိကတော့ TMDS signal တွေကို synchronized လုပ်တဲ့အခါ အထောက်အကူပြုစေတဲ့ clock data သယ်ဆောင်တဲ့ ငုတ်တွေဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီမှာလည်းငုတ်သုံးငုတ်ပေး ထားပါတယ်။ပင် ၁၃ ကတော့ Consumer Electronic Control(CEC) လို့ခေါ်တဲ့သုံးစွဲသူအလိုကျ command နဲ့control data တွေကိုသူနဲ့ဆက်သွယ်ထားတဲ့ပစ္စည်းတွေဆီပေးပို့ဖို့ထည့်ပေးထားတာပါ။ ပင် ၁၄ကတော့နောင်တချိန်အလိုရှိတဲ့အခါသုံးချင်သုံးလို့လို့ရအောင်အရံအဖြစ်ထားပေးထားတာပါ။ပင် ၁၅နဲ့၁၆ငုတ်နှစ်ခုကတော့ Display Data Channel (DDC)လို့အမည်ရပြီး HDMI port နှင့် ဆက်သွယ်ထားတဲ့ပစ္စည်းတို့အကြား EDID(Extended Display Identification Channel) information တွေကို communicating လုပ်ဖို့အတွက်အသုံးပြုပါတယ်။CEC နဲ့ DDC channel တွေအတွက် Data shield ကိုတော့၊ ပင်၁၇ မှာပေးထားပါတယ်။low voltage (+5V) power supply ကို၊ ပင်၁၈မှာပေးထားပြီး၊ပင်၁၉ကတော့ plug/unplug events နှင့် power up/down အခြေအနေတွေကို monitoring လုပ်ဖို့ထည့်ပေးထားတာဖြစ်ပါတယ်။

HDMI ဟာstandard video formats၊ enhanced videoနှင့် high-definition တို့ကိုပံ့ပိုးဆောင်ရွက်ပေးပါတယ်။သူ့ထက်အရင်ထွက်ခဲ့တဲ့DVI(Digital Video Interface)နှင့်လည်း လိုက်လျောညီထွေတွဲဖက်ပြီးအသုံးပြုနိုင်ပါတယ်။high-end graphic cards အသွင်အပြင်သဘာဝရှိတဲ့ DVI port တစ်ခုကို HDMI interface တစ်ခုသို့ DVI/HDMI cable မှတ ဆင့်ဆက်သွယ်နိုင်ပါတယ်။ ပုံ(၂-၁၄-ဂ)ရှု။အဲဒီ cable ဟာအစွန်းတဖက်မှာ DVI ခေါင်းတပ်ထားပြီးအခြားတစ်ဖက်မှာ HDMI ခေါင်း တပ်ထားတဲ့ရိုးရိုးကြိုးတစ်ချောင်းသာဖြစ်ပါတယ်။DVI နဲ့ HDMI အဓိကခြားနားချက်ကတော့ Digital video signal only သာပို့ဆောင်ပြီး HDMI interface ကတော့ video သာမက audio signal ကိုပါပို့လွှတ်ပါတယ်။HDMI အတွက်သတ်မှတ်ချက်အရ-၁၅ပေ(၅မီတာ)ထက်ပိုဝေးဝေးပြေးလို့မရပါဘူး။

signal အဆင့်အတန်းယုတ်လျှော့တတ်ပါတယ်။

■ **NTSC and PAL formats-** **N**ational **T**elevision **S**ystem **C**ommittee လို့ခေါ်တဲ့ NTSC စနစ်ကို မြောက်အမေရိက၊ ဂျပန်၊ မြန်မာ၊ ဖိလစ်ပိုင်၊ သီရိလင်္ကာ နိုင်ငံတို့မှာစံထားအသုံးပြုပါတယ်။525 lines / frame နဲ့ 30 Frames / second တို့ကိုအသုံးပြုပါတယ်။ chrominance(C) signal ကို Q နှင့် I -signals များဖြင့် encoded လုပ်ထားပြီး color subcarrier ကို 3.58MHz (သို့မဟုတ်) 4.43MHz တန်ဖိုးများအသုံးပြုပါတယ်။ NTSC(M) စနစ်မှာ picture နှင့် sound spacing ကို 4.5MHz ထားရှိသုံးစွဲပါတယ်။

Phase **A**lternative **L**ine လို့ခေါ်တဲ့ PALစနစ်ဟာကမ္ဘာပေါ်မှာအသုံးအများဆုံးစနစ်တမျိုးပါ။ မြန်မာနိုင်ငံရဲ့အိမ်နီးချင်းနိုင်ငံတွေဖြစ်တဲ့ ထိုင်း၊တရုပ်၊အိန္ဒိယတိုင်းပြည်တွေဟာ PAL စနစ်ကိုအသုံးပြုကြပါတယ်။ 625 Lines / frame နှင့် 25 Frame / second တို့ဖြင့်ရုပ်ပုံကို scanning လုပ်ဖွဲ့စည်းပါတယ်။ chrominance(C) signal ကို U နှင့် V signalsများဖြင့် encoded လုပ်ထားပြီး၊တစ်ခုကို horizontal line တစ်ခုပြီးတိုင်း180° out of phaseဖြင့်alternative လုပ်ပေးနေပါတယ်။အဲဒီအတွက်အကျိုးကျေးဇူးကတော့အရောင်သွေးလွဲမှားမှုကို သူ့အလိုအလျောက်ပြုပြင်ပြီးဖြစ်စေပါတယ်။ဒါကြောင့် PAL စနစ်မှာ tint control ကို adjust လုပ်လို့မရတာပါ။color subcarrier ကို 4.43MHz သုံးပါတယ်။ picture and sound spacing ကို 5.5MHz ,6MHz ,6.5MHz စသဖြင့်အသုံးများပါတယ်။ PAL format နဲ့အရောင်တီဗီစနစ်ကိုထုတ်လွှင့်တဲ့အခါတစ်ခုနှင့်တစ်ခုအနည်းငယ်ကွာခြားမှုအလိုက် PAL-B , PAL-D , PAL-G , PAL-K , PAL-I . . . ဆိုပြီး encodeing မျိုးစုံအသုံးပြုကြပါတယ်။

■ **MPEG-4 and H.264 video formats-** အချက်အလက်သိုလှောင်သိမ်းဆည်းရန်နေရာအရွယ်အစား(Storage size)(သို့မဟုတ်)မှတ်ဉာဏ်ပမာဏ (Memory space)အနည်းငယ်မျှသာလိုအပ်ပြီး၊အချက်လက်ပို့ဆောင်နှုန်း(Data rate)အနည်းငယ်ဖြင့် အရည်အသွေးမြင့်မားသောရုပ်ပုံများ၊အသံများ၊အချက်အလက်များကိုသိမ်းဆည်းခြင်း၊အချက်အလက်များ လွှဲပြောင်းပို့ဆောင်ခြင်း၊ အချက်အလက်များကိုင်တွယ်စီရင်ခြင်း၊ အချက်အလက်များစီမံခန့်ခွဲခြင်း၊ ပြုလုပ်တဲ့အခါ MPEG ဟာ အခုခေတ်မှာရေးပန်းစားလှတဲ့ Digital audio/video/data compression format standard တစ်မျိုးဖြစ်ပါတယ်။၎င်းဟာ-**M**oving **P**icture **E**xperts **G**roup လို့ခေါ်တဲ့ ISO/IEC လုပ်ငန်းအုပ်စုတစ်ခုရဲ့အတိုကောက်အမည်ပေးထားတာဖြစ်ပါတယ်။အသံထွက်နေနဲ့တော့ M-peg လို့ ဖတ်ပါတယ်။နောက်ဆုံးပေါ်-CCTV လုပ်ငန်းသုံး DVR တွေမှာတွင်တွင်ကျယ်ကျယ်သုံးလာကြပါပြီ။သူ့ကိုသုံးတဲ့အတွက်-ရုပ်ပုံနှင့်အသံတွေသိုလှောင်သိမ်းဆည်းဖို့အခြား Format တွေထက်စာရင် Hard Disk space အနည်းငယ်သာလိုအပ်တဲ့အတွက် 'ရက်'ပေါင်းများစွာ၊ 'လ'ပေါင်းများစွာမှတ်တမ်းတင်သိမ်းဆည်းနိုင်စွမ်းရှိပါတယ်။ Hard Disk တွေအများကြီးမထားရတော့ဘူးပေါ့။ဒါ့အပြင်အလှမ်းဝေးလှတဲ့နေရာတစ်ခုမှစောင့်ကြည့်တဲ့လုပ်ငန်းစဉ်(Remote monitoring function)ဖြစ်တဲ့၊ အီသာနက်ကွန်ယက်၊ တယ်လီဖုန်းကွန်ယက်၊ အင်တာနက်ကွန်ယက်-ဖြင့်ချိတ်ဆက်သုံးတဲ့အခါမှာလည်း Data trans-

fer rate ခပ်နည်းနည်းနဲ့အရည်အသွေးပြည့်ရုပ်ပုံများ၊ အသံများ၊ အချက်အလက်များကိုပို့ဆောင်နိုင်စွမ်းလည်းရှိပါတယ်။ကဲ-ဘယ်လောက်မိုက်သလဲ။ဒီ signal ဟာဒီဂျစ်တယ် signal တမျိုးဖြစ်ပေမယ့်အခြားဒီဂျစ်တယ် signals တွေမျိုးနဲ့မတူပါဘူး။အရွယ်အစားသေးငယ်သွားအောင်(တနည်း)ကျစ်ကျစ်လစ်လစ်ဖြစ်အောင်ဖိသိပ်ထုပ်ပိုးထားပါတယ်။ဒါကို compression လုပ်တယ်လို့ခေါ်ပါတယ်။ MPEG standard ကို-video နှင့် audio signals များ encoding လုပ်ခြင်း၊ compression လုပ်ခြင်းနှင့် decompression လုပ်ခြင်း ၊ processing လုပ်ခြင်း. . . တို့အပြင် video နှင့်audio signals များကိုပေါင်းစပ်ခြင်း . . . စသည်တို့ဆောင်ရွက်တဲ့နေရာတွေမှာအသုံးပြုပါတယ်။MPEG မှထုတ်လုပ်ခဲ့တဲ့ standards မျိုးနွယ်စုတွေအများအပြားရှိပါတယ်။အဲဒါတွေအနက်အချို့ကိုဖော်ပြပေးလိုက်ပါတယ်။

❋ **MPEG-1 :** Moving pictures များကိုသိုလှောင်သိမ်းဆည်းပြီး၊လိုအပ်တဲ့တချိန်မှာ Retrieval လုပ်ဖို့ထုတ်လုပ်ခဲ့တဲ့ standard format တမျိုးဖြစ်ပါတယ်။သူ့ကိုလူကြိုက်တော်တော်များများပါတယ်။ဘာကြောင့်လဲဆိုတော့-ဖိုင်အရွယ်အစားသေးငယ်တဲ့အတွက် memory ယူတာသက်သာပါတယ်။အသုံးပြုရလွယ်ကူခြင်းနှင့်မည်သည့် Pentium ကွန်ပျူတာပေါ်မှာမဆို decoded လုပ်နိုင်ခြင်းတို့ဟာလည်းလူကြိုက်များရတဲ့အကြောင်းထဲမှာပါဝင်ပါတယ်။၁၉၉၂ ခုနှစ်နိုဝင်ဘာမှာထုတ်လုပ်ခဲ့တာပါ။

❋ **MPEG-2 :**၁၉၉၄ခုနှစ်နိုဝင်ဘာလမှာထုတ်ခဲ့တဲ့ version အသစ်တမျိုးပါ။ DVD နှင့် Digital satellite TV မှာသုံးဖို့ထုတ်ခဲ့တဲ့ File format သစ်တမျိုးဖြစ်ပြီး၊အရင်ထွက်ခဲ့တဲ့ MPEG -1 ထက်ပိုပြီး Flexible ဖြစ်တဲ့ MPEG version လို့ဆိုနိုင်ပါတယ်။coding အရည်အသွေးပိုမိုကောင်းမွန်ပြီး၊အသံချယ်နယ်အမြောက်အမြားထည့်သွင်းနိုင်တဲ့အပြင် image resolution ပိုမြင့်မားစွာပေးနိုင်စွမ်းရှိတာတွေ့ရပါတယ်။

❋ **MPEG-4 :** သူ့ကို MP-4 format လို့လွဲမှားစွာကောက်ချက်ချတတ်ကြပါတယ်။မတူဘူးဆိုတာသတိပြုရပါမယ်။1 sec မှာပို့လွှတ်နိုင်တဲ့ data transfer rate ခပ်နိမ့်နိမ့်ဖြင့်ပင်၊ပိုပြီးသေးငယ်တဲ့ဖိုင်အရွယ်အစားသာလိုအပ်ပြီး၊အရည်အသွေးမြင့် DVD ရုပ်ပုံကိုထုတ်လုပ်ပေးနိုင်စွမ်းရှိတဲ့ version ဖြစ်ပါတယ်။ version-1ကို ၁၉၉၈ခုနှစ်အောက်တိုဘာလမှာလည်းကောင်း၊ version-2 ကို ၁၉၉၉ခုနှစ် ဒီဇင်ဘာလမှာလည်းကောင်းထုတ်ခဲ့ပါတယ်။မာလ်တီမီဒီယာလုပ်ငန်းတွေဖြစ်တဲ့ file searchs လုပ်ခြင်း၊ filter လုပ်ခြင်း၊ manages လုပ်ခြင်း၊ processes လုပ်ခြင်းကိစ္စတွေကိုဆောင်ရွက်နိုင်တဲ့ MPEG-7 version ကို ၂၀၀၁ ဂျူလိုင်လမှာထုတ်လုပ်ခဲ့ပါတယ်။

❋ **MPEG-21:** multimedia framework တွေကိုအစွမ်းထက်ထက်လုပ်ဆောင်ဖို့ထုတ်လုပ်ခဲ့တဲ့ version တစ်မျိုးဖြစ်ပါတယ်။MPEG format ဟာဘယ်လို OS plateform မှာမဆိုအသုံးပြုနိုင်ခြင်း၊ non-commercial standard တစ်ခုဖြစ်ခြင်း၊လူသိများတဲ့ web browsers အားလုံးကို support လုပ်နိုင်စွမ်းရှိတာကြောင့်အင်တာနက်အသုံးချမှုကိစ္စတွေ၊ IP cameras တွေ၊ယခုနောက်ပေါ် DVR တွေမှာတော်တော်လေးလူကြိုက်များအသုံးချလာတာတွေ့ရပါတယ်။

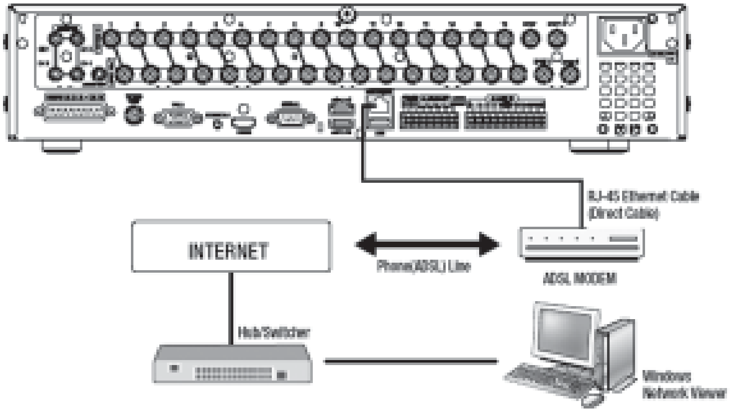
MPEG format ဟာအလွန်တရာရှုပ်ထွေးလှတဲ့ compression techniques များကိုအသုံးပြုထားခြင်း၊အလွန့်လွန်နည်းပါးတဲ့ဖိုင်အရွယ်အစားပမာဏမျှသာလိုအပ်သော်ငြားလည်းရုပ်ပုံရဲ့အရည်အသွေးကျဆင်းသွားမှုမရှိပဲ၊အခြား video format များနည်းတူအရည်အသွေးပြည့်မြင့်မားစွာထုတ်လုပ်ပေးနိုင်

ခြင်းတို့ဟာ MPEG ရဲ့ထူးခြားတဲ့ဝိသေသထူးတွေလို့ဆိုရပါမယ်။ MPEG ရဲ့တခုတည်းသောအားနည်းချက်ကတော့-ရုပ်ပုံကိုထုတ်လုပ်ပေးနိုင်ဖို့ Processor power တော်တော်လေးလိုအပ်တာပဲဖြစ်ပါတယ်။ ဒီကိစ္စဟာစွမ်းဆောင်ရည်မြင့်ကွန်ပျူတာတွေမှာတော့သေးအမွှားပါ။နောက်ဆုံးပေါ်ကွန်ပျူတာမသုံးနိုင်သေးတဲ့ ပုဂ္ဂိုလ်တွေကတော့အဲဒီဒုက္ခကြုံနေရဦးမှာပါ။

MPEG video files တွေရဲ့ extensionကို ".mpg" (or) ".dat" တို့ဖြင့်ဖော်ပြထားတတ်ပါတယ်။

H.264: Advanced **V**ideo **C**oding(AVC) format နဲ့တော်တော်လေးဆင်ပါတယ်။ **H.264** video format ဟာ video compression လုပ်တဲ့နေရာမှာ MPEG-4 ထက်သာတဲ့Industry standard တစ်ခုလို့ဆိုရမှာပါ။ H.246 standard ကို MPEG-4 Part 10 လို့လည်းရည်ညွှန်းပြောဆိုတတ်ကြပါတယ်။ MPEG-4 မှာဒီနေ့အထိ Part 16 အထိရှိတာတွေ့ရပါတယ်။H.264 ဟာ MPEG-2 နှင့် MPEG-4 တို့လို standards များအား၊ဆက်ခံတဲ့ video compression format တစ်ခုလို့လည်းပြောလို့ရပါတယ်။အထူးလူကြိုက်များလှတဲ့ High defination video signal အတွက် compression video signal ပြုလုပ်တဲ့အခါအသုံးပြုတဲ့ ITU standard ကို MPEG-4 အပေါ်မှာအခြေပြုထားပါတယ်။ Advance Video Coding လို့ခေါ်တဲ့ AVC standard ဟာ H.264 နှင့်အတူတူပါပဲ။ ဒါကြောင့် H.264 ကိုအချို့နေရာတွေမှာ- H.264/AVC , H.264 MPEG-4 AVC (or) MPEG-4 Part 10 လို့လည်းရေးသားသုံးနှုန်းကြတာတွေ့ရပါမယ်။ MPEG-4 Part 10 ရဲ့စွမ်းဆောင်ရည်ဟာ MPEG-4 Part 2 ရဲ့စွမ်းဆောင်ရည်ထက် ၂ဆပိုပြီးထမ်းဆောင်နိုင်စွမ်းရှိတာတွေ့ရပါတယ်။ဒီနေ့ခေတ်ပေါ် High speed chip တို့ရဲ့ကောင်းကွက်များကိုယူပြီး၊ H.264 video compression software ကိုအသုံးချမယ်ဆိုရင် MPEG-4 ရဲ့အရည်အသွေးကို Frame အရွယ်အစား ၄ဆအထိမြှင့်တဲ့အရည်အသွေးဖြင့်ထုတ်ဖော်ပေးနိုင်တာတွေ့ရပါတယ်။ဒါ့အပြင်မူရင်း bandwidth ထက် ၁ပုံ၁ပုံမျှသာရှိတဲ့ Data rate ပမာဏဖြင့် MPEG-2 အရည်အသွေးကိုလည်းထုတ်လုပ်ပေးနိုင်ပါတယ်။ Data rate အနေနဲ့တော်တော်လေးလျှော့ချနိုင်ခဲ့တယ်လို့ဆိုရပါမယ်။ H.264 ကိုလက်ရှိ formats များဖြစ်တဲ့ MPEG-2 , DivX , XviD တို့နှင့် တန်းတူရုပ်ပုံအရည်အသွေးဖြင့်ထုတ်လုပ်မှုအား၊ ယခင်အသုံးပြုခဲ့တဲ့ Formats size တဝက်မျှဖြင့်ထုတ်ဖော်ပေးနိုင်စေအောင်ပြုလုပ်ထားပါတယ်။ဒါကြောင့်သူ့ကို MPEG-2 , DivX , XdiV. . . စတဲ့ standards တွေရဲ့အမွေခံ format တစ်ခုဖြစ်တယ်လို့ဆိုနိုင်ပါတယ်။အဲဒီ Format နဲ့ရုပ်ပုံသိုလှောင်မယ်ဆိုရင်၊ ခါတိုင်းသုံးနေကျ DVDတစ်ချပ်ပေါ်မှာ High Defination Movie ဇာတ်လမ်းတော်တော်များများကို burning လုပ်နိုင်စွမ်းရှိလာစေမှာဖြစ်ပါတယ်။အခုရှင်းပြခဲ့တဲ့ MPEG-4 နှင့် H.264 video format တွေကိုအခုနောက်ပိုင်းထုတ်လုပ်လာကြတဲ့ DVD တွေမှာ Commercial standard သဖွယ်ထည့်သွင်းထုတ်လုပ်လာကြပြီးဖြစ်တာကြောင့်အခုနောက်ပိုင်းရေပန်းစားလာတဲ့ Network နည်းပညာများနှင့်အံဝင်ခွင်ကျဖြစ်လာပါပြီ။မကြာခင်သောကာလအတွင်းမှာ IP cameras များခေတ်စားလာတော့မယ်ဆိုတာမြေကြီးလက်ခတ်မလွဲပြောနိုင်ပါတယ်။

video comprerssion format softwares တွေအကြောင်းပြောမယ်ဆိုရင်-ဒီလောက်နဲ့ပြည့်ပြည့်စုံစုံပြောဖို့မဖြစ်နိုင်ပါဘူး။စာအုပ်တစ်အုပ်သီးသန့်ရေးသားတာတောင်မှအတွဲပေါင်းများစွာရေးသား



ပုံ(၂-၁၄) RJ-45 Port ဖြင့်ပေးထားသော MPEG-4 နှင့် H.264 format ဖြင့် video signal ထုတ်ပေးနိုင်သော DVR စက်တလုံး၏နောက်ဖက်မျက်နှာစာမြင်ကွင်း ။

ရမှာပါ။ဒီနေရာမှာအလျဉ်းသင့်လို့ဖော်ပြရတာကြောင့် မပြည့်မစုံဖြစ်ကောင်းဖြစ်နိုင်ပါတယ်။စာဖတ်သူများ နားလည်ပေးနိုင်လိမ့်မယ်လို့မျှော်လင့်ရင်း- MPEG-4 နှင့် H.264 video format အကြောင်းဗဟုသုတ ရေးသားခြင်းကိုဒီနေရာမှာရပ်နားလိုက်ပါဦးမယ်။

CHAPTER 3

CCTV Cameras

3.1: The Principles of Eyes ၆၅

3.2: Camera Technologies ၆၇

3.3: Image Sensors or Imaging Medias ၆၉

- 3.3.1: Vacuum Tube Sensors ၆၉
  - ■ Image Orthicon ၆၉
  - ■ Vidicon ၇၀
  - ■ Plumbicon ၇၂
- 3.3.2: Solid State Sensors ၇၅
  - ■ CCD sensor ၇၅
  - ■ CMOS sensor ၈၀

3.4: Camera Ratings ၈၁

3.5: Camera Options ၈၃

3.6: Camera Sensitivity ၈၄

3.7: Illumination ၈၅

3.8: Camera Resolution ၈၈

3.9: Other Camera Issues ၉၀

- 3.9.1: Manual and Electronic Adjustments. ၉၁
- 3.9.2: Electronic Iris ၉၂
- 3.9.3: Automatic Shutter ၉၃
- 3.9.4: Backlight Compensation ၉၆
- 3.9.5: Digital Signal Processing ၉၇

3.10: Lens Technology ၉၇

3.10.1: Lens Technology ၉၈

3.10.2: Mounts ၁၀၀

3.10.3: Focal Length ၁၀၁

3.10.4: Optical Zoom and Digital Zoom ၁၀၂

- Optical Zoom ၁၀၂
- Digital Zoom ၁၀၂
- Zoom Measurement ၁၀၄

3.10.5: Lens Selection ၁၀၄

3.11: Light Consideration ၁၀၅

3.11.1: Light Source Comperision ၁၀၅

- Color Temperature of Light Sources ၁၀၇
- Color Rendition Index ၁၀၈

3.11.2: Reflected Light ၁၀၉

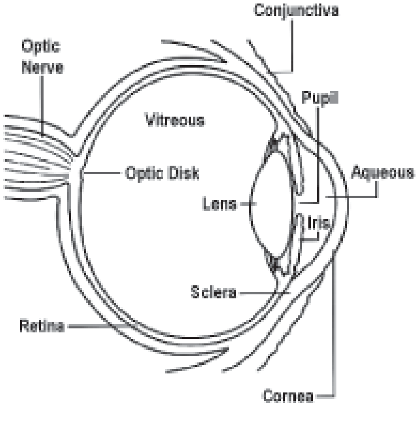
3.1: The Principles of Eye

လူ့ရဲ့မျက်လုံးဟာ ဖလင်နဲ့ရိုက်တဲ့ကင်မရာလိုပါပဲ၊ တွေ့သမျှမြင်သမျှကို register လုပ်ပါတယ်။ လူ့မျက်လုံးနှင့် ကင်မရာဟာတူညီတဲ့ အချက်များရှိသလို မတူညီတဲ့ အချက်များလည်းရှိပါတယ်။ မျက်လုံးတည်ဆောက်ထားပုံကိုသဘောပေါက်ရင်ကင်မရာရဲ့အခြေခံတည်ဆောက်ထားပုံသဘောကိုနားလည်ဖို့မခက်တော့ပါဘူး။ဒါကြောင့်အခုသင်ခန်းစာမှာကင်မရာအကြောင်းမပြောခင်မျက်လုံးရဲ့အခြေခံသဘောတရားအနည်းငယ်ကို ဦးစွာဖော်ပြပေးလိုက်ပါတယ်။

မျက်လုံးဟာစာဖတ်သူတို့မြင်ဘူးကြတဲ့ကင်မရာလိုမျိုး-အလင်းဝင်နိုင်တဲ့ထုတ်ချင်းပေါက်၊အပေါက်ငယ်လေးတစ်ပေါက်ပါပြီး၊ပုံရိပ်(image)ကိုဖန်တီးပေးနိုင်တဲ့အလင်းလုံသေတ္တာငယ်လေးတစ်လုံးနဲ့တူပါတယ်။မြင်ရခြင်း(sight)လို့ခေါ်တဲ့မျက်လုံးရဲ့ အခြေခံသဘောတရားဟာ photosensitive cells လေးတွေ

(က)

(ခ)



ပုံ(၃-၁) လူ့မျက်လုံးဖွဲ့စည်းထားပုံ

မှာတွေ့ရတတ်တဲ့ visual pigments လေးတွေကြောင့်ဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီ visual pigments လေးတွေဟာ ၎င်းတို့အပေါ် အလင်းတန်းကျရောက်တဲ့အခါ အဲဒီအရည်ထဲမှာ ဓါတုဆိုင်ရာပြောင်းလဲမှုဖြစ်ပေါ်ပြီး၊ လျှပ်စစ်ဆိုင်ရာ signals အဖြစ် ပြောင်းပေး(convert လုပ်ပေး)ပါတယ်။အဲဒီ ဓါတုဖြစ်စဉ်ပြောင်းလဲမှုကြောင့်ရရှိလာတဲ့ လျှပ်စစ်အချက်ပြ(electrical signal)ကို အမြင်အာရုံကြောများမှတဆင့် ဦးနှောက်သို့ ပို့ပေးပါတယ်။ပုံ(၃-၁-ခ)မှာလူ့မျက်လုံးရဲ့ခန္ဓာဗေဒဖွဲ့စည်းပုံကိုဖော်ပြထားပါတယ်။အဲဒီပုံမှာ-မျက်လုံးခွံ (cornes)၊ မှန်ဘီလူး(lens)၊ မျက်ဝန်းကြွက်သား(vitreous). . . တို့ဟာမျက်လုံးရဲ့ပြင်ပမှ အလင်းတန်းများ မြင်လွှာ(retina)ဆီသို့ ဖြတ်သန်းကျရောက်နိုင်စေရန် ပုံမှန်အားဖြင့်ကြည်လင်နေကြမှာဖြစ်ပါတယ်။သို့မှသာ မြင်လွှာထဲသွားမည့်အလင်းတန်းများကို ဟန့်တားမှုနည်းမှာဖြစ်ပါတယ်။မျက်ရစ်လို့ခေါ်တဲ့ Iris မှာ အရောင် (အညိုရောင်၊အပြာ၊ရောင်၊နီညိုဖျော့အရောင်)ရှိပါတယ်။အဲဒီမျက်ရစ်(မျက်ဆံ){Iris(pupil)} ရဲ့အလယ်ဗဟိုမှာရှိတဲ့ အပေါက်ငယ်လေးဟာ မျက်လုံးထဲအလင်းတန်းတွေဝင်ရောက်ဖြတ်သန်းခြင်းကိုခွင့်ပြုပေးမှာဖြစ်ပါတယ်။မြင်လွှာ(retina)ပေါ် အလင်းတန်းကျတဲ့အခါ လျှပ်စစ်အချက်ပြ(electrical signal)လေးတွေအဖြစ်ပြောင်းသွားပြီး၊အဲဒီ signal လေးတွေကို လူ့ဦးနှောက်ရဲ့အမြင်အာရုံခံစားမှုပိုင်း (visual part of the brain)သို့ရောက်အောင် အမြင်အာရုံကြော(optic nerve)လေးများမှတဆင့်ပို့ပေးပါတယ်။မျက်လုံးရဲ့ အလည်တည့်တည့်လောက်မှာရှိတဲ့ အလင်းဝင်တဲ့အပေါက်ငယ်လေးဖြစ်တဲ့ မျက်ဆံ(pupil)ဟာကင်မရာအတွင်းသို့ အလင်းဝင်တဲ့ aperture နဲ့သဘောတရားချင်းတူပါတယ်။မျက်ဆံအပေါက်ငယ်လေးရဲ့အရွယ်အစားကို ရှုခင်းရဲ့အလင်း အနည်း/အများအလိုက်-အကျဉ်း/အကျယ်ပြောင်းလဲခြင်းအား မျက်ရစ် (Iris) မှ ဆောင်ရွက်ပေးသကဲ့သို့ ကင်မရာမှာလည်းပုံဖမ်းပြားပေါ် ကျရောက်မယ့်အလင်းပြင်းအားအနည်း/အများအလိုက် aperture ရဲ့ အပေါက်အရွယ်အစားကို ဒိုင်ယာဖရမ် (diaphragm) ဖြင့်ဆောင်ရွက်ပါတယ်။ကင်မရာရဲ့ diaphragm ကို iris လို့လည်းခေါ်ပါတယ်။မျက်လုံးရဲ့ retina ဟာ ဖလင်သုံး ကင်မရာတွေမှာဆို-ဖလင်နဲ့တူပြီး၊ ဗီဒီယိုကင်မရာတွေမှာတော့ CCD image sensorနဲ့တူပါတယ်။ပုံရိပ်ကို record လုပ်ပြီး store လုပ်ပေးတဲ့ Tape၊ Memory card . . . စတဲ့ပစ္စည်းတွေကတော့ လူ့ဦးနှောက်နဲ့သဏ္ဌာန်တူတယ်လို့ဆိုနိုင်ပါတယ်။

လူ့မျက်လုံးဟာ အရောင်တွေကို တော်တော်လေးကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်မြင်နိုင်ပါတယ်။မျက်လုံးအတွင်းမှ ကတော့ချွန်ပုံစံဆဲ(လ်)လေးတွေ(cone cells)ဟာ အရောင်တုံ့ပြန်မှုဆိုင်ရာ လက်ခံဆဲ(လ်) (receptors)လေးတွေဖြစ်ကြပါတယ်။အဲဒီ ဆဲ(လ်)လေးတွေဟာ မျက်လုံးနောက်ဖက်မှာရှိတဲ့ မြင်လွှာ (retina)အတွင်းမှာရှိပါတယ်။ ဒ့ါအပြင် မြင်လွှာ(retina)အတွင်းမှာညအချိန်လိုမျိုးအမှောင်ထဲမှာမြင်ရခြင်းကို အထောက်အကူပြုပေးမယ့် အလင်း/အမှောင်အာရုံခံ အချောင်းပုံစံဆဲ(လ်)(rod cells)လေးတွေလည်းရှိပါတယ်။အဲဒီ rod cells လေးတွေဟာ တောက်ပတဲ့အခြေအနေမျိုးမှာအလုပ်မလုပ်ပါဘူး။cone cells လေးတွေကို မတူတဲ့အလင်းဆိုင်ရာ pigments လေးတွေနဲ့ဖွဲ့စည်းထားပါတယ်။အဲဒီလိုဖွဲ့ထားတဲ့အတွက် အရောင်လှိုင်းအလျားမျိုးစုံ(တနည်း)အရောင်အမျိုးမျိုးကို အာရုံခံနိုင်တာဖြစ်ပါတယ်။လူတို့နေ့စဉ်တွေ့နေရတဲ့ အရောင်တွေအားလုံးဟာ အလင်းတို့ရဲ့လှိုင်းအလျားမျိုးစုံပေါင်းစပ်ရောနှောခြင်းမှရရှိလာခြင်းဖြစ်တယ်ဆိုတာတွေ့ရပါတယ်။ cone cells လေးတွေရဲ့ မြင်နိုင်ရောင်စဉ်(visible spectrum)အပေါ် လက်ခံနိုင်မှုအတိုင်းအဆကိုလေ့လာတဲ့အခါ အနီ/လိမ္မော်(red/orange)၊ အစိမ်း/အဝါ(green/yellow)၊

အပြာ/ခရမ်း(blue/violet). . . စတဲ့အရောင်သုံးမျိုးကို အမြင့်ဆုံးလက်ခံတာတွေ့ရပါတယ်။တနည်းအားဖြင့် အနီ၊အစိမ်း၊အပြာ. . . အရောင်သုံးမျိုးကို အထိရောက်ဆုံးခွဲခြားလက်ခံနိုင်တယ်လို့မြင်ပါ။

လူ့ရဲ့မျက်လုံးဟာ ဝေးခြင်း/နီးခြင်းနှင့်သေးခြင်း/ကြီးခြင်းဆိုတဲ့သဘာဝတွေကို ဝိဝါဒမဖြစ်စေပဲ ခွဲခြားသိနိုင်စွမ်းရှိပါတယ်။အဲဒီလိုသိဖို့အတွက်မျက်လုံးအတွင်းမှမှန်ဘီလူးပုံစံကိုပြောင်းလဲပြုပြင်ပေးတဲ့နည်းဖြင့်ပံ့ပိုးဆောင် ရွက်ပါတယ်။တနည်းအားဖြင့် မျက်လုံးမှန်ဘီလူးရဲ့ ဆုံတာတိုပေးခြင်း၊ ရှည်ပေးခြင်းအား၊ မျက်လုံးအတွင်းမှကြွက်သားများဖြင့်လိုအပ်သလိုအလိုအလျှောက်ပြုလုပ်ပေးခြင်းကိုဆိုလိုပါတယ်။အဲဒါကို ပြတ်သားမှု(focusing)ချိန်တယ်လို့ခေါ်ပါတယ်။အသက်၄၀ကျော်လာရင်တော့အဲဒီကြွက်သားတွေအားနည်းလာတဲ့အတွက်မှန်ဘီလူးကိုလိုသလိုပြုပြင်နိုင်စွမ်းကျဆင်းလာပါတယ်။အများအားဖြင့်ကြွက်သားတွေကျုံ့ထားရတဲ့မှန်ဘီလူးဆုံတာတိုခြင်းကိစ္စဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီလိုဖြစ်လာပြီဆိုရင်အနီးမှုံလာပြီး၊စာဖတ်တဲ့အခါ ဝါးတားတားဖြစ်နေတဲ့ပြဿနာကြုံရမှာပါ။

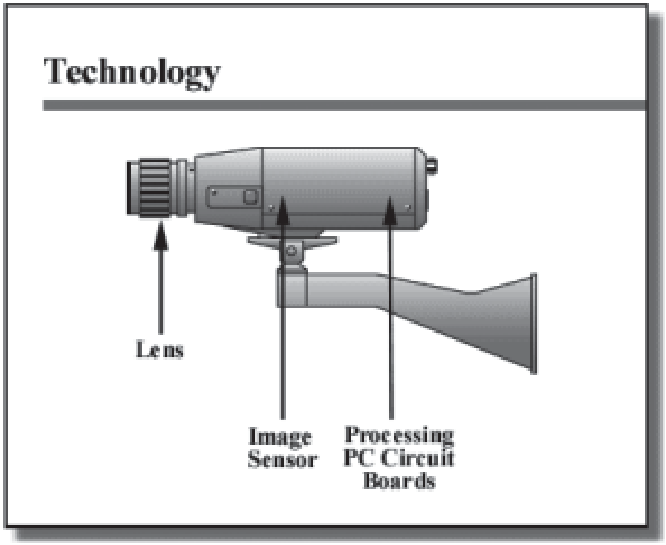
3.2: Camera Technologies

လွန်ခဲ့တဲ့ အနှစ် ၃၀ကျော်နီးပါးခန့်က အသုံးပြုခဲ့တဲ့ video camera တွေဟာ အလွန်ကြီးမားလေးလံတဲ့၊ထုကြီးထည်ကြီးပစ္စည်းမျိုးတွေဖြစ်ခဲ့ပါတယ်။လျှပ်စစ်စွမ်းအားစားသုံးမှုဟာလည်း၊ ဒီဘက်ခေတ်ကင်မရာတွေနဲ့ ဘာမှမဆိုင်ပါဘူး။ camera နဲ့ဆက်သွယ်အသုံးပြုရတဲ့ဝါယာကြိုးတွေကလည်း၊ အလွန်တရာမှ ရှုတ်ထွေးပွေလီခဲ့ပါတယ်။ အဲဒီကင်မရာတွေရဲ့ ပုံရိပ်ဖမ်းအာရုံခံကိရိယာ(sensor)တွေဟာလည်း အခုခေတ်သုံး လက်သဲခွံအရွယ်နီးပါးမျှသာရှိတဲ့ CCD လိုပစ္စည်းမျိုးမဟုတ်သေးပဲ၊ ကြီးမားတဲ့အလင်းကက်သုတ်လေဟာမီးသီးမျိုးတွေကို အသုံးပြုခဲ့ရပါတယ်။ဒီနေ့အထိအချို့နေရာတွေမှာတွေ့နေရဆဲ ဖြစ်တဲ့ အဲဒီ မီးသီးသုံးကင်မရာကြီးတွေဟာ တုန်ခါမှုဒါဏ်ခံနိုင်စွမ်းမရှိကြပါဘူး။ ထိခိုက်ပျက်စီးလွယ်ကြပါတယ်။ နည်းနည်းလေးဆောင့်မိရုံလောက်နဲ့ပင်-ရုပ်ပုံအရည်အသွေးအား ဆိုးဆိုးရွားရွားထိခိုက်စေတတ်ပါတယ်။ ဒ့ါအပြင် ရှုခင်းတခုတည်းရှေ့(တနေရာတည်းမှာ)ကင်မရာကိုအချိန်အကြာကြီးထားရိုက်တဲ့အခါပုံဖမ်းအာရုံခံ လောင်ကျွမ်းစေတတ်ပါသေးတယ်။အဓိက-ကတော့၊ တောက်ပတဲ့(သို့မဟုတ်)ညီညာပြန့်ပြူးတဲ့ပုံသဏ္ဌာန်ရှိရုပ်ပုံတွေဟာပုံဖမ်းအာရုံခံမီးသီးအား၊အပြီးအပိုင်ပျက်စီးသွားစေတတ်ပြီး၊ကင်မရာကိုရှုခင်း မှဖယ်ရှားလိုက်တဲ့တိုင်အောင်မီးခိုးငွေ့တန်းကြီးတွေသဏ္ဌာန် ghost ပုံရိပ်ကိုရှုခင်းအတွင်းတွေ့မြင်ရမှာဖြစ်ပါတယ်။

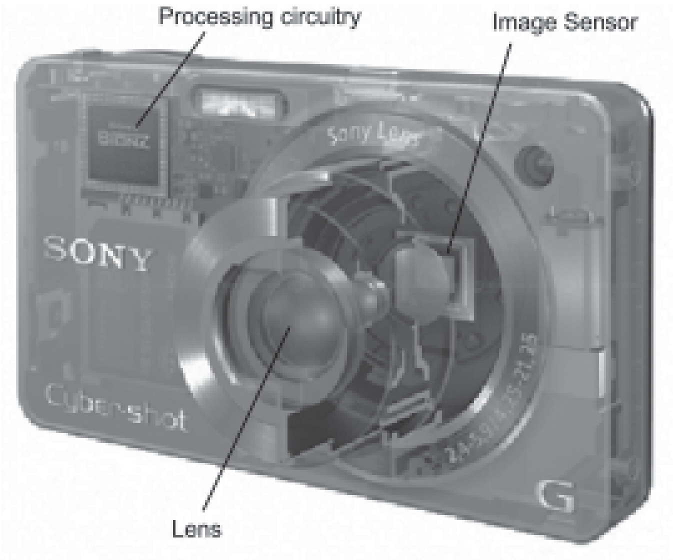
နည်းပညာတဟုန်ထိုးတိုးတက်နေတဲ့ ဒီနေ့ခေတ်မှာ နှုတ်ခမ်းဆိုးဆေးတောင့်ထည့်သေတ္တာအရွယ်မျှပင် မရှိတဲ့ကင်မရာတွေအထိပေါ်လာပါပြီ။လျှပ်စစ် power စားသုံးမှုလည်း အလွန့်အလွန်နည်းပါတယ်။ ရုပ်ပုံရဲ့ resolution နှင့် ရုပ်ပုံအခြေခိုင်တည်ငြိမ်မှုလည်းအလွန်တိုးတက်မြင့်မားတာကိုတွေ့ရပါတယ်။ အဲဒီလိုအဖက်ဖက်မှဘက်စုံအရည်အသွေးတွေတိုးတက်မြင့်မားလာခဲ့သော်ငြားလည်း video ပုံရိပ်ဖြစ်ပေါ်လာဖို့ လုပ်ဆောင်ရတဲ့ အခြေခံလုပ်ငန်းစဉ်တွေကတော့ အောက်ဖော်ပြပါအတိုင်းမပြောင်းလဲသေးပါဘူး။

☐ **Lens-**အရာဝတ္ထုတွေထံမှ ရိုက်ပြန်ထွက်လာတဲ့ အလင်းတန်းတွေကို ပုံဖမ်းပြားပေါ်သို့စုစည်းပေးတဲ့တာဝန်ကိုထမ်းဆောင်ပါတယ်။

☐ **Image sensor-**အလင်းပုံရိပ်ကို electronic signals အဖြစ်သို့ပြောင်းလဲပေးတဲ့လုပ်ငန်း



(က) CCTV ကင်မရာ၏အခြေခံအစိတ်အပိုင်းများ



(ခ) ဓါတ်ပုံရိုက်ကင်မရာအတွင်းမှအရေးကြီးသောအစိတ်အပိုင်းများ

ပုံ(၃-၂) Camera တစ်လုံးတွင်ပါဝင်လေ့ရှိသော အပိုင်းခွဲများ။

ကို ထမ်းဆောင်တဲ့ပစ္စည်းဖြစ်ပါတယ်။

☐ **Processing circuitry-** electronic signals ကို သတ်မှတ်ပြဌာန်းထားတဲ့စံချိန်စံညွှန်းတွေနဲ့ညီတဲ့ video signalအဖြစ်သို့ပြုပြင်စီရင်တဲ့အခါ orginize လုပ်ခြင်း၊ optimizeလုပ်ခြင်း၊ transmit လုပ်ခြင်း. . . စသည်တို့ကိုဆောင်ရွက်ပေးတဲ့လျှပ်စီးပတ်လမ်း(သို့မဟုတ်)chipဖြစ်ပါတယ်။ပုံ(၃-၂)ရှု။

CCTV camera များကို အဖြူ/အမဲ ပုံရိပ်ကိုသာထုတ်လုပ်ပေးနိုင်တဲ့ monochrome(black & white)အမျိုးအစားနှင့်ရောင်စုံပုံရိပ်ကိုထုတ်လုပ်ပေးနိုင်စွမ်းရှိတဲ့ color အမျိုးအစားဆိုပြီး၊ နှစ်မျိုးနှစ်စားထုတ်လုပ်ပါတယ်။monochrome camera အမျိုးအစားရဲ့အရည်အသွေးတွေဟာ-resolution ပိုမြင့်မားခြင်း၊ ပတ်ဝန်းကျင်အလင်းအနည်းငယ်မျှဖြင့်ကြည်လင်ပြတ်သားတဲ့ ပုံရိပ်ထုတ်လုပ်ပေးနိုင်ခြင်း၊ ဈေးနှုန်းချိုသာခြင်း. . . တို့နဲ့ပြည့်စုံပါတယ်။ color camera တွေကတော့-ပိုပြီးပီပြင်တဲ့ ရှုခင်းပုံရိပ်ကိုပေးနိုင်တဲ့အတွက် monochrome camera ထက်သာတယ်လို့ဆိုနိုင်ပေမယ့်၊ပတ်ဝန်းကျင်အလင်းအထိုက်အလျှောက်ရှိဖို့တော့လိုပါတယ်။ပုံရိပ်ကို အသေးစိတ်စိစစ်ခွဲခြားနိုင်ခြင်း (identification) နှင့်အရောင်ရုပ်ပုံကြောင့် အထောက်အထားခိုင်လုံစွာပေးနိုင်ခြင်း(prosecution). . . တို့ဟာ color camera ရဲ့ ထူးခြားမြင့်မားတဲ့စွမ်းဆောင်ရည်တွေလို့ဆိုရမှာဖြစ်ပါတယ်။

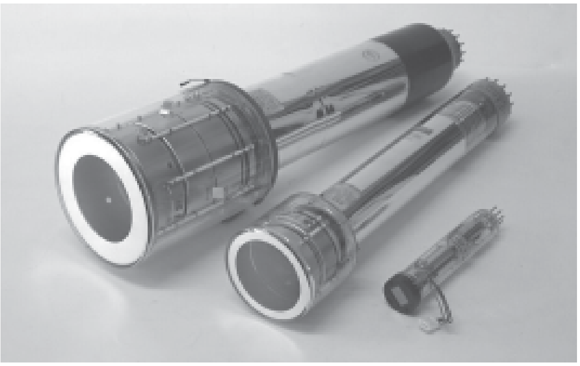
3.3: Image Sensors or Imaging Medias

3.3.1: Vacuum Tube Sensors

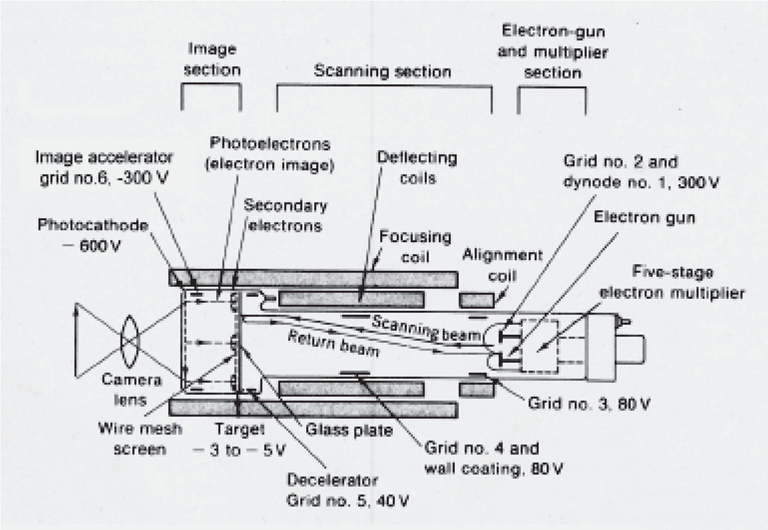
လေဟာနယ်မီးသီးအခြေပြု ပုံရိပ်ဖမ်းအာရုံခံပစ္စည်းမျိုးတွေကို လေဟာနယ်မီးသီးပုံရိပ်အာရုံခံတွေ (vacuum tube sensors)လို့ခေါ်တာပါ။လေဟာနယ်မီးသီးအမျိုးအစား imagr sensor အမျိုးမျိုးရှိတဲ့အနက်အသုံးများခဲ့တဲ့အမျိုးအစားအချို့ကို အဲဒီခေတ်မမှီလိုက်တဲ့သူတွေအတွက် ဗဟုသုတအဖြစ် အနည်းငယ်ဖော်ပြပေးလိုက်ပါတယ်။

■ **Image Orthicon-** ပုံ(၃-၃)မှာ image orthicon မီးသီးကိုဖော်ပြပေးထားပါတယ်။ကင်မရာရဲ့ရှေ့အဝေးတနေရာမှရောက်လာတဲ့အလင်းတန်းတွေဟာ မီးသီးရဲ့ image section ထဲမှာရှိတဲ့ photocathode ပေါ်မှာပြတ်သားအောင်ပြုလုပ်ပါတယ်(focused ပြုလုပ်ပါတယ်)။အဲဒီနောက် target plate ပေါ်မှာလျှပ်စစ်ဆိုင်ရာပုံရိပ်သဖွယ်ပြောင်းလဲစေတဲ့အတွက် photoelectric image ကိုရရှိစေပါတယ်။ target plate ရဲ့တဖက်မှာ photocathode မှပစ်လွှတ်လိုက်တဲ့အီလက်ထရွန်တွေကိုလက်ခံစေပြီး၊အခြားတဖက်ကိုတော့ scanning section မှအီလက်ထရွန်တန်းဖြင့် scanned လုပ်ပေးနေပါတယ်။ဒီအခါရလဒ်အဖြစ် image တစ်ခုလုံးစာအတွက် scanning beam current ကိုရရှိလာစေပါတယ်။

အဖြူနှင့်အမည်းပြောင်းပြန်ပုံရိပ်သဏ္ဍာန်ဖြစ်နေတဲ့ televised screen ပေါ်မှ image ကိုအရိပ်ထင်ရုပ်ပုံ(sticking picture)လို့ခေါ်ပါတယ်။မီးသီးကိုလုံလောက်တဲ့အပူပေးခြင်းမျိုးမလုပ်ပဲ၊ တောက်ပစူး



(က) Orthicon camera tube(photo)



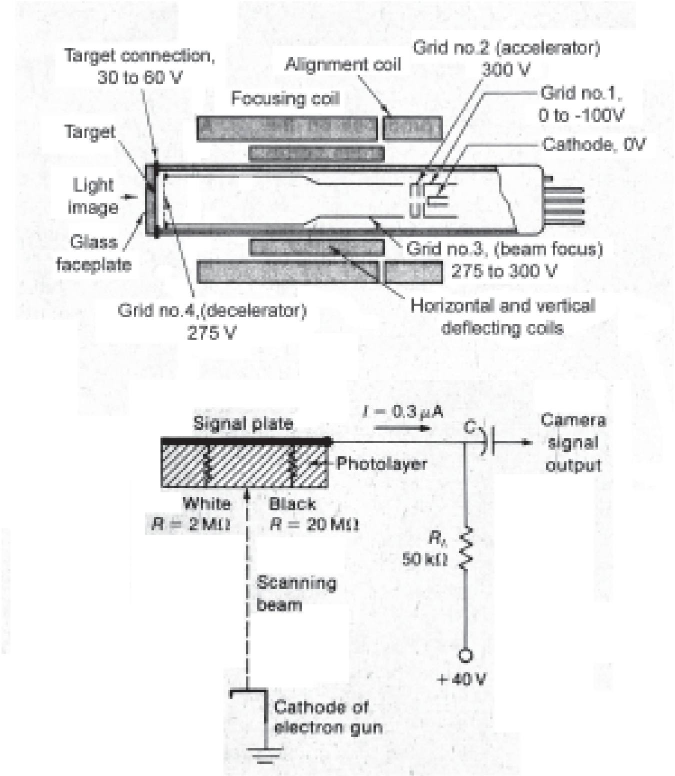
(ခ) Construction and Operating voltages of orthicaon tube

ပုံ(၃-၃) Orthicon tube

ရှုတဲ့ရုပ်ပြင်မ် image ကိုရိုက်မယ်ဆိုရင်အဲဒီ image ဟာ screen ပေါ်မှာအချိန်တော်တော်ကြာစွဲထင်ကျန်ရစ်နေစေမှာဖြစ်ပါတယ်။ ဒါပေမယ့် အဲဒီစွဲထင်ကျန်ရစ်နေတဲ့ sticking picture ဟာ အဖြူရောင်သန့်ကားချပ် (သို့မဟုတ်)အဖြူရောင်သန့်နံရံတစ်ခုခုပေါ်သို့ကင်မရာချိန်ပြီး focusing လုပ်ပေးရင်ပျောက်သွားတတ်ပါတယ်။

■ **Vidicon**- ပုံ(၃-၄)မှာ vidicon မီးသီးကိုဖော်ပြထားပါတယ်။အဲဒီမီးသီးကတော့တည်ဆောက်ပုံရှင်းပြီး၊အလွန်သေးငယ်တဲ့မီးသီးလို့ဆိုရပါမယ်။ vidicon မီးသီးမှာ photoconductive target plate

(က) Vidicon camera tube (photo)



(ခ) Construction and Operating voltages of vidicon tube

ပုံ(၃-၄) Vidicon tube

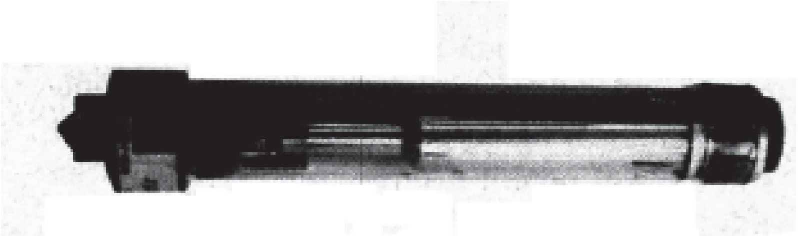
တစ်ခုနဲ့ electron gun တစ်ခုပဲပါ-ပါတယ်။ target ပေါ်မှာ focused လုပ်ထားတဲ့ အလင်းပုံရိပ်(optical image)ကို electron gun မှထုတ်ပေးလိုက်တဲ့ electron beam နဲ့ scanning ပြုလုပ်စေတဲ့အခါလျှပ်စစ်ပုံရိပ်(charge image)ကိုရရှိလာစေပါတယ်။vidicon မီးသီးဟာအချင်း(diameter)အားဖြင့် 0.58" မှ 1.6" အရွယ်၊အရှည် (length)အားဖြင့်(5" မှ 8")မျှသာရှိပါတယ်။ 3/4" dia ရှိတဲ့ vidicon မီးသီးကို CCTV စနစ်မှာအသုံးများပါတယ်။ရှုခင်းမှာ-ပျမ်းမျှအလင်းပြင်းအား 150 footcandles နှင့် target plate ပေါ်မှာ 1 footcandles မှ 10 footcandles လောက်ရှိရုံနဲ့ vidicon မီးသီးဟာ ပုံကောင်းတစ်ပုံဖြစ်အောင်ရိုက်လို့ရပါတယ်။

ပုံမှန်အားဖြင့် ဆီလီနီယမ်(selenium)(သို့မဟုတ်)အင်တီမိုနီ(antimony)ဒြပ်ပေါင်းဆေးတမျိုးသုတ်လိမ်းထားတဲ့အလင်းလျှပ်ကူးပုံဖမ်းပြား (photoconductive target)ကိုအသုံးပြုပေမယ့်၊ special type vidicon အမျိုးအစားတွေအဖြစ်၊ ခဲအောက်ဆိုဒ်(lead oxide)vidicon နဲ့ဆီလီကွန်ဒိုင်အုတ် (silicon diode)vidicon ဆိုပြီး၊ထုတ်လုပ်ပါတယ်။

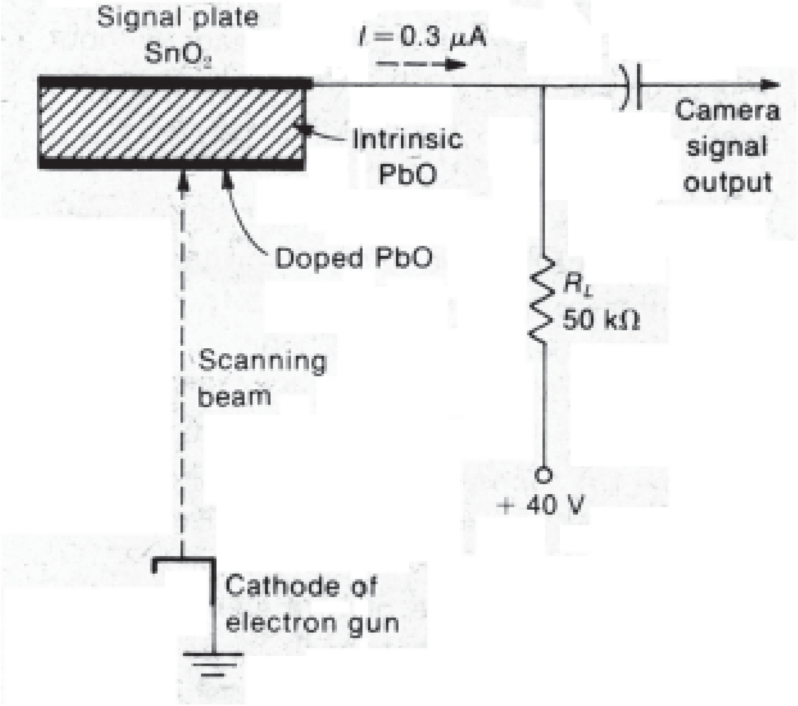
■ **Plumbicon**- ပုံ(၃-၅) မှာ plumbicaon မီးသီးကိုဖော်ပြထားပါတယ်။အဲဒီ မီးသီးဟာလည်း vidicon လိုမျိုး အငယ်စားမီးသီးတစ်မျိုးပါပဲ။electron gun တည်ဆောက်ပုံဟာ vidicon မီးသီးနဲ့တော်တော်လေးဆင်တူပါတယ်။photoconductive plate ကို lead monoxide (PbO) လို့ခေါ်တဲ့ဒြပ်ပေါင်းနဲ့တည်ဆောက်ထားတာမို့ target အသစ်တစ်မျိုးလို့ဆိုနိုင်ပါတယ်။မီးသီးရဲ့အတွင်းဖက် မျက်နှာပြင်ပေါ်မှာသုတ်လိမ်းထားတဲ့အဲဒီ PbO ဆေးသားဒြပ်ပေါင်းဟာ PIN လို့ခေါ်တဲ့ semiconductor diode သဖွယ်ထိရောက်စွာထမ်းဆောင်မှာဖြစ်ပါတယ်။PIN ဆိုတာကတော့ **P**-type၊ **I**ntransic-type၊ **N**-type . . . လို့ခေါ်တဲ့ အလွှာသုံးလွှာ(3 layers)ပါတဲ့ semiconductor device တစ်မျိုးလို့ဆိုတာဖြစ်ပါတယ်။

target plate ပြုလုပ်တဲ့ manufacturing process ကိုနည်းနည်းလောက်ဖော်ပြပေးပါဦးမယ်။ မီးသီးရဲ့ အတွင်းဖက်မျက်နှာပြင်ပေါ်မှာ tin oxide(SnO_2) ခေါ် ပါးလွှာတဲ့အလင်းပေါက်လျှပ်ကူးလွှာတမျိုးဖြစ်တဲ့ ဓါတုဓါတ်ဆေးတမျိုးဖြင့်တိုက်ရိုက်သုတ်လိမ်းထားပါတယ်။အဲဒီလျှပ်ကူးလွှာကို signal plate လို့ခေါ်ပါတယ်။အဲဒီနောက် သန့်စင်တဲ့ lead monoxide(PbO)ဆေးသားကိုအဲဒီ tin oxide(SnO_2)အလွှာပါးပေါ်မှာပဲ၊ ထပ်တင်သုတ်လိမ်းထားပြန်ပါတယ်။နောက်ဆုံးမှာ-သန့်စင်တဲ့ PbOအလွှာတစ်ခုကို scanning မျက်နှာပြင်သဖွယ်ပြုလုပ်ပြီး target အတွက် လိုအပ်တဲ့ semiconductor သဖွယ်ပြုလုပ်ဆောင်ရွက်ထားပါတယ်။အဲဒီအလွှာတွေအနက် SnO_2 အလွှာဖြစ်တဲ့ signal plate ဟာ N-type semiconductor သဖွယ်ဖြစ်နေပြီး၊ အလယ်မှာရှိတဲ့ သန့်စင် PbO အလွှာဟာ Intransic(I) -type semiconductor အလွှာတစ်မျိုးလိုဖြစ်နေပါတယ်။ target ရဲ့ scanned side ဖက်မှာသုတ်လိမ်းထားတဲ့ doped PbO အလွှာကတော့ P-type semiconductor အလွှာလိုဖြစ်နေပါတယ်။အဲဒီထပ်ထားတဲ့ အလွှာတွေရဲ့အစီအစဉ်ကြောင့် target ဟာ PIN semiconductor ရဲ့ဂုဏ်သတ္တိမျိုးကိုပိုင်ဆိုင်နေတယ်လို့ပြောလို့ရပါတယ်။ target ရဲ့အသားတင်ထုဟာ$15x10^{-6}$ m လောက်ပဲ၊ ထူပါတယ်။PbO အလွှာဟာ အစက်တစ်ခုချင်းစီရဲ့အရွယ်အစား$1x10^{-6}$m မျှလောက်သာရှိတဲ့အပွင့်လေးများသဏ္ဍာန်အလွှာမျိုးဖြစ်နေတာကိုတွေ့ရပါတယ်။

ပုံ(၃-၆)မှာကွဲပြားတဲ့အရောင်အမျိုးမျိုးမှာရှိမယ့်အလင်းတောက်ပမှုအမျိုးမျိုးအတွက်သိလွယ်မှု

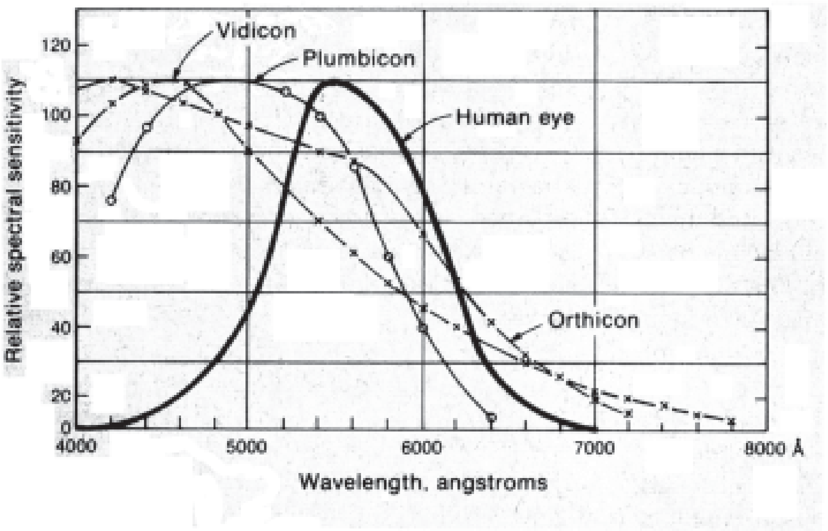


(က) Plumbicon camera tube(photo)



(ခ) Operating of plumbicon tube

ပုံ(၃-၅) Plumbicon camera tube



ပုံ(၃-၆) Comparison of Sensitivity to Light of different wavelengths for orthicon,vidicon and plumbicon camera tubes

ဇယား(၃-၁) Wavelengths of various colors

Color	(λ)Wavelength (nm)	(λ)Wavelength (A°m)
Infra red	880 ~ 950 nm	8800 ~ 9500 A°m
Red	700nm	7000A°m
Yellow	590nm	5900A°m
Green	550nm	5500A°m
Blue	470nm	4700A°m
Violet	380nm	3800A°m

nm = nano meter = 10^{-9} m
A°m = Angstron = 10^{-10} m

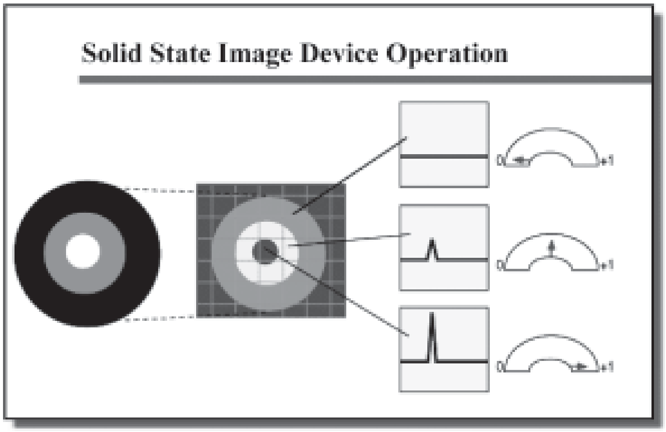
ဂုဏ်သတ္တိ(sensitivity)တွေကိုဂရပ်ဖြင့်နှိုင်းယှဉ်ဖော်ပြပေးထားပါတယ်။ဂရပ်ရဲ့ base line မှာအရောင်အသွေး(hue)(or)(tint)လို့ခေါ်အရောင်ရဲ့သဘာဝကိုအဆုံးအဖြတ်ပေးတဲ့အရောင်ရဲ့လှိုင်းအလျား(wavelength-λ)ကိုပေးထားပါတယ်။အဲဒီအတွက်တိုင်းတာမှုယူနစ်ကို'အမ်းစထရောင်း'(angstrom-°A)ဖြင့်ဖော်ပြထားပါတယ်။အမ်းစထရောင်းယူနစ်(°A)ရဲ့အတိုင်းအဆဟာ($x10^{-10}$m)မျှသာရှိပါတယ်။အရောင်အမျိုးမျိုးရှိတဲ့အနက်အချို့ ရဲ့လှိုင်းအလျား(wavelength-λ)တွေကိုဇယား(၃-၁)မှာဖော်ပြပေးလိုက်ပါတယ်။အဲဒီဇယားမှာလှိုင်းအလျားရဲ့ယူနစ်တွေကို'အမ်းစထရောင်း'မီတာ(°Am)ယူနစ်ဖြင့်လည်းကောင်း၊နာနိုမီတာ(nm)ယူနစ်ဖြင့်လည်းကောင်း၂မျိုးဖော်ပြပေးထားပါတယ်။ဂရပ်မှာကြည့်ရင် လူရဲ့မျက်လုံးဟာအစိမ်းရောင်ဖြစ်တဲ့(λ=5500°A)ကိုအာရုံခံနိုင်မှုအကောင်းဆုံးဆိုတာတွေ့ရမှာဖြစ်ပါတယ်။λ=7000°Aထက်ရှည်တဲ့အနီအောက်ရောင်ခြည်လှိုင်းများ(Infra-red rays)နဲ့λ = 3800°Aထက်တိုတဲ့ခရမ်းလွန်ရောင်ခြည်လှိုင်း(UltraViolet-UV rays)များကိုလူ့မျက်လုံးမှအာရုံမခံနိုင်တော့(မမြင်နိုင်တော့)တာတွေ့ရမှာပါ။အဲဒီဂရပ်မှာကြည့်ရင်- plumbicon မီးသီးဟာလူရဲ့မျက်စိလိုပဲ၊အစိမ်းရောင်အနားမှာအာရုံခံနိုင်မှုအမြင့်ဆုံးဆိုတာတွေ့ရပါလိမ့်မယ်။ဒါပေမယ့်အဲဒီဂရပ်ဟာအနီရောင်လှိုင်းအလျားအောက်မရောက်ခင်မှာပဲ၊အားနဲသွားပါတယ်။

3.3.2: Solid State Sensors

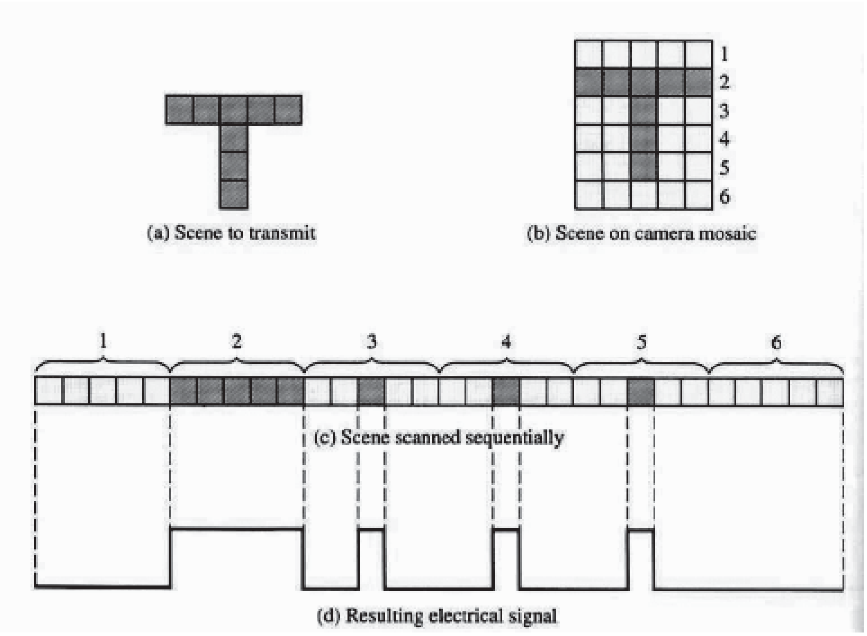
လေဟာနယ်မီးသီးမျိုးမဟုတ်ပဲ အစိုင်အခဲပစ္စည်းတွေနဲ့အခြေခံတည်ဆောက်ထားတဲ့ ပုံဖမ်းအာရုံခံပစ္စည်းတွေကို solid state sensors တွေလို့ခေါ်ပါတယ်။အခုခေတ်မှာတော့လေဟာနယ်မီးသီး sensors တွေထက် solid state sensors တွေကိုအသုံးများလာကြပါပြီ။လေဟာနယ်မီးသီးကင်မရာတွေကိုမတွေ့ရတော့ပါဘူး။solid state sensors တွေဟာIntegrated Circuit(I.C)တွေနဲ့အသုံးပြုတည်ဆောက်ထားတာကြောင့်အရွယ်အစားအလွန်သေးငယ်တဲ့အပြင်လျှပ်စစ်စွမ်းအင်စားသုံးမှုလည်းအလွန့်အလွန်နည်းပါတယ်။ဒီဘက်ခေတ်မှာအသုံးများတဲ့ solid state sensors ၂ မျိုးဖြစ်တဲ့ CCD sensor နဲ့ CMOS sensor တို့ရဲ့အကြောင်းကိုအောက်မှာဖော်ပြပေးလိုက်ပါတယ်။

solid state sensor operation ကိုပုံ(၃-၇)မှာဖော်ပြထားပါတယ်။အဲဒီမှာအဖြူ/မီးခိုး/အနက်(စက်ဝိုင်းသုံးဝိုင်း)ပုံရိပ်ကိုရိုက်ယူသည့်အခါရရှိမယ့် analog သင်္ကေတ signal နှင့်အဖြူ ရောင်နောက်ခံဖြင့်အနက်ရောင်ပုံရိပ်(Tပုံစံ)ကိုရိုက်ယူသည့်အခါရရှိမည့် digital သင်္ကေတ signalတို့ကိုဖော်ပြထား ပါတယ်။

■ **CCD sensor- C**harged **C**oupling **D**evice(CCD)လို့ခေါ်တဲ့ solid state image sensors ကို ၁၉၆၉ခုနှစ်မှာ Bell တယ်လီဖုန်းကုမ္ပဏီရဲ့ဓါတ်ခွဲခန်းမှာတာဝန်ထမ်းဆောင်နေကြတဲ့ Dr.Willard Boyle နှင့် Dr.Geroge Smithဆိုတဲ့ ပါမောက္ခပညာရှင်ကြီးနှစ်ဦးတီထွင်ခဲ့ကြတာပါ။ဒီနေ့ခေတ်မှာတော့ CCD sensors တွေဟာ scanner များမှအစ telescopes ထိဘက်စုံသုံးပစ္စည်းတစ်ခုဖြစ်လာခဲ့ပါပြီ။CCD ဆိုတဲ့နာမည်ဟာ target plate ပေါ်မှ image တစ်ခုကို captured လုပ်ပြီးနောက်ရရှိလာတဲ့



(က) Analog သဏ္ဌာန်ပုံရိပ် နှင့် Vidoe signal

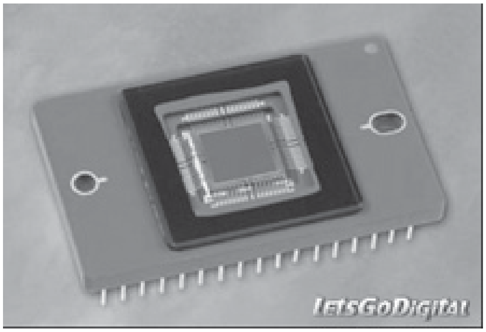


(ခ) Digital သဏ္ဌာန်ပုံရိပ် နှင့် Vidoe signal

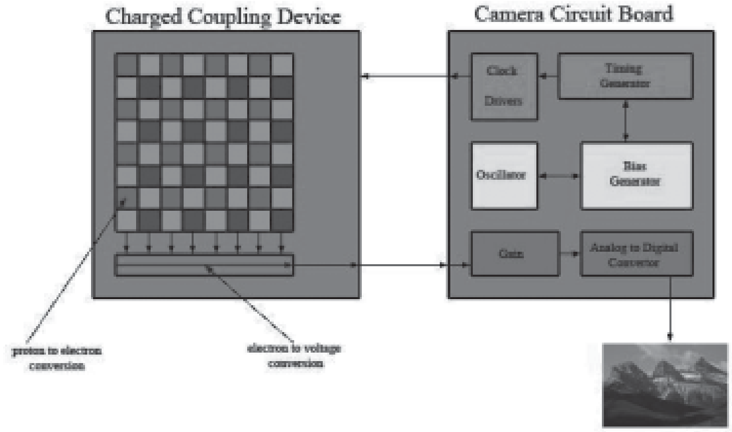
ပုံ(၃-၇) Solid state image sensor operation

charge ကိုလက်ဆင့်ကမ်းသဘောမျိုးပေါင်းကူး(coupled)ဖတ်ယူပုံပေါ် အစွဲပြုမှည့်ခေါ် ထားတာဖြစ်ပါတယ်။တနည်းအားဖြင့်ပစ္စည်းရဲ့အလုပ်လုပ်ပုံအပေါ် အစွဲပြုပြီးပေးထားတဲ့အမည်ပါ။

CCD ဟာအလွန်တရာသေးငယ်လှပြီး၊အလင်းသိလွယ်မှုကောင်းတဲ့ receptors လေးတွေထောင်ပေါင်းရာနှင့်ချီထည့်သွင်းထားတဲ့ပေါင်းစပ်ပတ်လမ်း(integrated circuit)တစ်မျိုးဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီ receptor grid လေးတွေဟာသူ့ပေါ် ကျရောက်လာတဲ့အလင်းပုံရိပ်(photon image)ကိုအီလက်ထရွန် pixels လေးတွေအဖြစ်ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာပြောင်းလဲပေးလိုက်ပါတယ်။တနည်းအားဖြင့် အဲဒီCCDပေါ် မှ



(က) CCD device photo



(ခ) Image processing block diagram for CCD

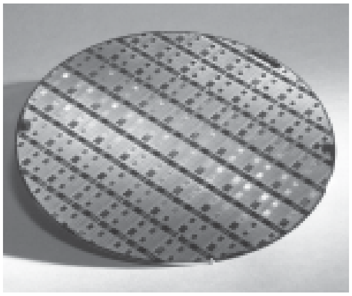
ပုံ(၃-၈) CCD solid state image sensor device and block diagram

recpectors လေးတွေအပေါ် အလင်းတန်းကျရောက်တဲ့အခါ excited ဖြစ်ပြီး၊အီလက်ထရွန်မှုလေးတွေကိုထုတ်လွှတ်စေပါတယ်။အဲဒီဖြစ်စဉ်ဟာအလင်းစွမ်းအင်မှလျှပ်စစ်စွမ်းအင်အဖြစ်ပြောင်းပေးတဲ့ solar cell နှင့်သဘောတရားသွားတူပါတယ်။receptor လေးတွေမှထုတ်လွှတ်ပေးလိုက်မယ့် အီလက်ထရွန်မှုအရေအတွက်အနည်း/အများပမာဏဟာ CCD မျက်နှာပြင်ပေါ် ကျရောက်ရိုက်ခတ်လာမယ့် အလင်းပြင်းအားအနည်း/အများပမာဏပေါ် မူတည်နေပါတယ်။အလင်းပြင်းအားခပ်များများ excited လုပ်ခံရတဲ့ receptor ဟာအလင်းပြင်းအားနဲနဲ excited လုပ်ခံရတဲ့ receptor ထက်အီလက်ထရွန်မှုပိုမိုထုတ်လုပ်ပေးတာကြောင့်အဖြူရောင်ပုံရိပ်တွေကိုမီးခိုးရောင်(သို့)အမည်းရောင်ပုံရိပ်တွေထက်ဗို့အား(သို့မဟုတ်)လျှပ်စစ်လှိုင်းပြတ်ပမာဏပိုပြီးထုတ်လုပ်ပေးမှာဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီ CCD မှထုတ်လုပ်ပေးလိုက်တဲ့လျှပ်စစ်လှိုင်းပြတ်လေးတွေ(electrical impulses လေးတွေ)ကို-စံသတ်မှတ်ထားတဲ့လျှပ်စစ်လှိုင်းပုံစံတစ်ရပ်သို့ရောက်အောင် camera ထဲမှာထည့်သွင်းတည်ဆောက်ထားတဲ့အီလက်ထရွန်းနစ်ပတ်လမ်းတွေမှ အဆင့်ဆင့်ဆောင်ရွက်ပြီး cameraရဲ့ output ကိုထွက်လာစေပါတယ်။မော်နီတာအပါအဝင်အခြား output ပစ္စည်းတွေဟာသူတို့ဆီဝင်လာတဲ့ informations တွေကို camera အတွက်စံသတ်မှတ်ထားတဲ့အလားသဏ္ဍာန်တူစည်းမျဉ်းအပေါ် အခြေပြုပြီး reprocess(သို့မဟုတ်)decoded ပြန်လုပ်ပေးတဲ့အတွက်မူလရုပ်ပုံရဲ့ကိုယ်ပွားပုံရိပ်တူကို ပြန်လည်ဖော်ထုတ်ပေးနိုင်ခြင်းဖြစ်ပါတယ်။

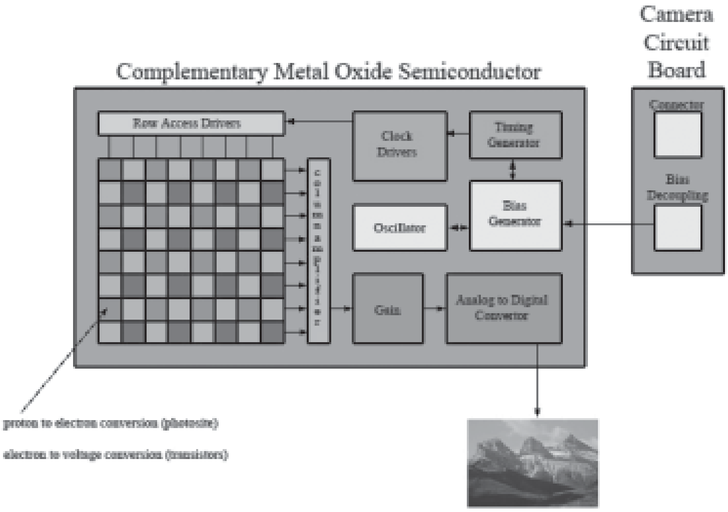
CCD ကို photosite လို့ခေါ်တဲ့ photosensitive diode array လေးများသဖွယ်အထူးထုတ်လုပ်မှုနည်းစဉ်နဲ့ပြုလုပ်ထားတဲ့အတွက် build up charge(electron) လေးတွေကို array ရဲ့တစ်ဖက်မှအခြားတစ်ဖက်ဆီသို့ပုံရိပ်အရည်အသွေးပြောင်းလဲသွားစေခြင်းမရှိစေပဲ၊ဖြတ်သန်းရွေ့လျားသွားစေနိုင်ပါတယ်။array ရဲ့ပထမတန်းကိုoutput register ထဲဖတ်ထည့်ပြီးတဲ့ခါအဲဒီchargeကိုamplifier အပိုင်းနှင့် analog to digital converter (ADC)အပိုင်းထဲဆက်ပြီးထည့်ပေးပါတယ်။array ရဲ့ပထမတန်းကိုဖတ်လို့ပြီးသွားတဲ့အခါ အဲဒီ charge တွေကို read out register မှ amplifier နှင့် ADC အပိုင်းတို့ထံသို့စွန့်ထုတ်လိုက်ပြီး၊ array ရဲ့ နောက်ထပ်အတန်းမှ charge တွေကို register ထဲရောက်အောင်ထပ်မံဖတ်ပြန်ပါတယ်။array ရဲ့အတန်းတစ်ခုစီမှ charge တွေဟာအခုလိုနည်းနဲ့ဆင့်ကမ်းဆင့်ကမ်းပေါင်းကူးမှု (coupled) သဏ္ဍာန်ဖြစ်ရင်း အောက်ဖက်ရှိကပ်လျှက်အတန်းများဆီသို့တဆင့်ပြီးတစ်ဆင့်ရွေ့လျှားစေရင်း၊ပုံကွက်တစ်ကွက်ကိုဖတ်ယူပြီးဆုံးစေပါတယ်။ အဲဒီလိုနည်းနဲ့နောက်ဆုံးမှာခင်းကျင်းပြသနိုင်ပြီး manipulated လုပ်နိုင်တဲ့ digital data file တစ်ခုအဖြစ်ရရှိလာပါတော့တယ်။ပုံ(၃-၈)မှာCCD sensor တစ်ခုနဲ့အတူသူ့ရဲ့အီလက်ထရွန်းနစ်ဆိုင်ရာအလုပ်လုပ်ဆောင်ပုံကို block diagram နှင့်တကွဖော်ပြထားပါတယ်။

ထုတ်လုပ်မှုသက်တမ်းနှစ်ပေါင်း၄၀ကျော်ခဲ့ပြီးဖြစ်တဲ့ CCD sensors တွေဟာစွမ်းဆောင်ရည်မြင့်မားခြင်း၊အနှောက်အယှက်ကင်းပြီးကြည်လင်ပြတ်သားတဲ့ပုံရိပ်ကိုပေးနိုင်ခြင်း၊တည်ငြိမ်ရင့်ကျက်လာခြင်းတို့ကြောင့်ပုံဖမ်းမှုဆိုင်ရာကိစ္စတိုင်းမှာ ပဲခူးဆားလို့တောင်ခေါ် လို့ရနေပါပြီ။အခုအခါမှာဆိုရင် ၁၉၆၉ခုနှစ်မှာစပြီးတွေ့ခဲ့တဲ့နည်းပညာအဟောင်းအပေါ် မှာပဲ၊အခြေပြုပြီးထုတ်လုပ်မှုနည်းစဉ်အသစ်တွေနဲ့အဆင့်ဆင့်ကြိုးပမ်းလာခဲ့ကြတဲ့အတွက် CCD sensors တွေရဲ့အရည်အသွေးဟာတစတစပိုမိုဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်လာခဲ့ပါပြီ။digital video signal ရဲ့အားသာချက်ဟာ analog video signal ထက်အများကြီးပိုပါတယ်။

(က) CMOS device photo



(ခ) CMOS wafer photo



(ဂ) Image processing block diagram for CCD

ပုံ(၃-၉) CMOS solid state image sensor device and block diagram

အဓိကအားသာချက်ကတော့ သူဟာ imaging software နဲ့ manipulated လုပ်နိုင်တဲ့အချက်ဖြစ်ပါတယ်။

ယခုအချိန်တွင် CCTV လုံခြုံရေးစနစ်ကျင့်သုံးတဲ့နေရာအားလုံးနီးပါးမှာ CCD camera တွေကိုနေရာအနှံ့တွေ့နေရပြီဖြစ်ပါတယ်။ဒါပေမယ့်ယခင် tube camera တွေတပ်ဆင်အသုံးပြုထားခဲ့တဲ့နေရာအချို့တို့မှာတော့အကြောင်းအမျိုးမျိုးကြောင့် CCD camera တွေနဲ့ upgrade မလုပ်ကြသေးပဲ၊ စနစ်ဟောင်းအတိုင်းသာဆက်လက်အသုံးပြုဆဲတွေ့နေရပါသေးတယ်။ CCD camera ဟာ tube camera ထက်ထုတ်လုပ်မှုကုန်ကျစရိတ်ပိုပြီးသက်သာတာကြောင့် manufacturer တွေဟာယခင်အမျိုးအစားဟောင်း tube camera တွေကိုဆက်လက်ထုတ်လုပ်ခြင်းမရှိတော့ပါဘူး။ရပ်ဆိုင်းလိုက်ကြပါပြီ။

CCD cameras တွေဟာလေဟာမီးသီးတွေထက်သာတဲ့ အချက်တွေအများအပြားရှိပါတယ်။ အဲဒီအချက်တွေအနက်အချို့ကိုလေ့လာလို့ရအောင်ဖော်ပြပေးလိုက်ပါတယ်။

- shock နှင့် vibration ဒဏ်ခံနိုင်ခြင်း၊
- solid state device ဖြစ်တဲ့အတွက် လျှပ်စစ်စွမ်းအင်စားသုံးမှုနည်းပါးခြင်း၊
- ပုံရိပ်ပျက်ယွင်းမှုမရှိခြင်း(no distortion of image)၊
- ပုံရိပ်လောင်ကျွမ်းမှုဖြစ်ခြင်းဒဏ်ခံနိုင်ရည်မြင့်မားခြင်း(highly resistant to image "burn-in")၊
- sensor အားထိန်းသိမ်းစောင့်ရှောက်ရန်မလိုပဲ၊ စိတ်ချစွာအသုံးပြုနိုင်ခြင်း (greater sensor reliability)၊
- tube camera ထက်အသုံးပြုသက်တမ်းပိုရှည်ခြင်း(longer overall life cycle)၊
- အလင်း/အမှောင်အနေအထားပြောင်းလဲမှုအလွန်များစေကာမူ၊ပုံမှန်အလုပ်လုပ်နိုင်ခြင်း၊

■ **CMOS sensor**- **C**omplementary **M**etal **O**xide **S**emiconductor sensors လို့ခေါ်တဲ့ solid state imaging medias ကို၊ နာဆာရဲ့ Jet Propulasion Laboratory (JPL) မှသိပ္ပံပညာရှင်တစ်ဦးဖြစ်တဲ့ Dr.Eric Fossum က ၁၉၉၂ခုနှစ်မှာစာတမ်းရှည်တစ်စောင်နဲ့စပြီးမိတ်ဆက်တင်ပြခဲ့ပါတယ်။ ၁၉၉၃ခုနှစ် မှ ၁၉၉၅ခုနှစ်အထိတလျှောက်လုံးနာဆာရဲ့ အဲဒီ JPL မှဆောင်ရွက်ခဲ့တဲ့နည်းပညာ development အများစုဟာ CMOS sensors တွေပေါ်မှာပဲ၊ ဖိဖိစီးစီး implemented လုပ်ရင်းကုန်လွန်ခဲ့ပါတယ်။ ၁၉၉၅ ခုနှစ်မှာ Fossum နှင့် JPL အဖွဲ့ဝင်တချို့ဟာ သူတို့တွေ့ရှိ developed လုပ်ခဲ့ကြတဲ့နည်းပညာတွေကို commercialize လုပ်ဖို့ရည်ရွယ်ပြီး Photobit လို့အမည်ပေးထားတဲ့ corporation ကိုပူးပေါင်းတည်ထောင်ခဲ့ကြပါတယ်။ ၂၀၀၁ခုနှစ်မှာ အဲဒီ Photobit Corporation ကို Micron Technology ကုမ္ပဏီကလွှဲပြောင်းရယူခဲ့ပြီး၊ သူ့ရဲ့ကျယ်ပြန့်တဲ့ CMOS wafer manufacturing knowledge ကိုတိုးချဲ့ဖို့ နောက်ထပ် development လုပ်ခဲ့ပြန်ပါတယ်။

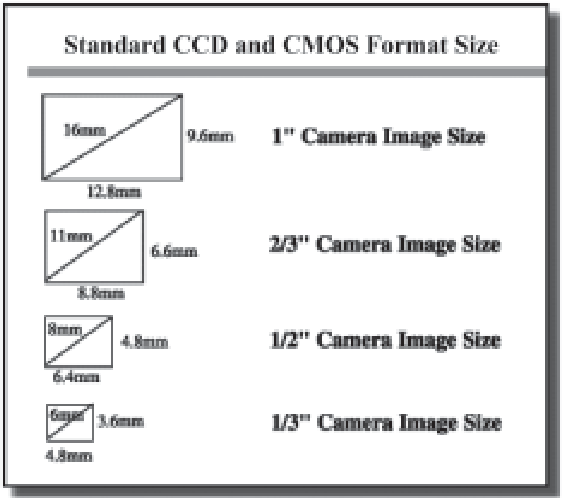
CMOS sensor ဆိုတဲ့အမည်ကတော့ sensor ကို manufacturing လုပ်တဲ့နည်းစဉ်ကိုကြည့်ပြီးပေးထားတာပါ။CMOS sensors တွေကို CMOS waferတွေမှဖြတ်တောက်လှီးယူပြီးဆောင်ရွက်ပါတယ်။အဲဒီအတွက်ကြောင့် CCD sensor ထက် ထုတ်လုပ်မှုကုန်ကျစရိတ်များစွာသက်သာစေပါတယ်။

ဒါ့အပြင် power စားသုံးမှုသက်သာခြင်း၊အလင်းအာရုံခံတဲ့ photosite array ဖက်တလျှောက်လုံးမှာ အခြားသောကင်မရာ circuits များကိုပါထပ်ပြီးထည့်သွင်းတည်ဆောက်ထားနိုင်ခြင်း. . . စတဲ့အကျိုးတရားတွေရရှိစေပါတယ်။ CCD မှာကတော့အလင်းအာရုံခံနဲ့ကင်မရာ circuit ကိုသပ်သပ်စီတည်ဆောက်ထားတာပါ။CMOS sensor အတွင်းမှ အလင်းအာရုံခံတဲ့ photosite တစ်ခုစီမှာ သူနဲ့ပူးတွဲလုပ်ဆောင်ဖို့ထရန်စစ္စတာ၃လုံး(သို့မဟုတ်)အဲဒီထက်ပိုပြီးပါတတ်ပါတယ်။အဲဒီထရန်စစ္စတာတွေဟာ image processing အတွက် photosite အားမှန်ကန်စွာအလုပ်လုပ်ဆောင်ဖို့အထောက်အကူပြုပါတယ်။အဲဒီရဲ့အကျိုးဆက်ကတော့ photosite (သို့မဟုတ်) pixel တစ်ခုစီကို အမှီအခိုကင်းမဲ့စွာသီးခြားစီ accessed လုပ်လို့ရစေပါတယ်။ဒါတွေကတော့ CMOS sensor ရဲ့ကောင်းကျိုးတွေလို့ဆိုရမှာပါ။အဲဒီထရန်စစ္စတာတွေဟာ array ပေါ်မှာနေရာတော်တော်လေးယူထားတဲ့အတွက် ကင်မရာထဲဝင်လာတဲ့အလင်းအချို့ဟာ photosite မဟုတ်တဲ့အဲဒီထရန်စစ္စတာတွေပေါ် ကျရောက်ရိုက်ခတ်ပါတယ်။ဒီအခါ picture noise လေးတွေကိုဖြစ်စေပါတယ်။CMOS sensor ဟာ gain အလွန်နည်းတာကြောင့် noise ဖြစ်စေတတ်တဲ့သဘာဝရှိတယ်ဆိုတာတော့သတိပြုရပါမယ်။ပုံ(၃-၉)မှာCMOS sensor အတွင်းတည်ဆောက်ထားတဲ့ အီလက်ထရွန်းနစ်အပိုင်းတွေကို block diagram ဖြင့်ဖော်ပြပေးထားပါတယ်။

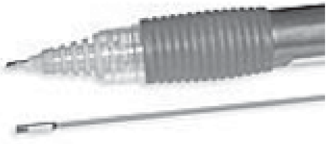
3.4: Camera Ratings

Camera အမျိုးအစားကောင်း/မကောင်းရွေးချယ်သတ်မှတ်တဲ့အခါ (identifying လုပ်သည့်အခါ) image sensor size ဖြင့်အဓိကရွေးချယ်လေ့ရှိကြပါတယ်။ယခုအချိန်အထိစံထားသတ်မှတ်ထုတ်လုပ်လျှက်ရှိတဲ့အရွယ်အစားအမျိုးအမျိုးကိုပုံ(၃-၁၀-က)မှာဖော်ပြပေးထားပါတယ်။လေ့လာကြည့်ပါဦး။ tube အမျိုးအစား image sensor ပဲဖြစ်ဖြစ်၊ CCD အမျိုးအစား image sensor ပဲဖြစ်ဖြစ်-၎င်းတို့ရဲ့အရွယ်အစားကိုဖော်ပြတဲ့အခါ sensor ရဲ့ထောင့်ဖြတ်အရွယ်အစားဖြင့်သာသတ်မှတ်လေ့ရှိတာတွေ့ရပါတယ်။ကင်မရာတစ်လုံးရဲ့ အလင်းသိလွယ်မှုသတ္တိ(ဝါ)sensor ပေါ်မှ image ကို ကြည်လင်ပြတ်သားစွာ process လုပ်ဖို့လိုအပ်တဲ့ပြင်ပအလင်းပြင်းအားပမာဏနှင့်အသေးစိတ်အသွင်အပြင်လေးများဖော်ထုတ်နိုင်မှု(ခေါ်)resolution တို့ရဲ့စွမ်းရည်ဟာမှန်ဘီလူးရဲ့အရွယ်အစား(သို့မဟုတ်) image sensor size အပေါ်မှာမူတည်နေပါတယ်။

ဒီနေ့အချိန်မှာ silicon chip ကိုဈေးပေါပေါနှင့်အမြောက်အများထုတ်လုပ်နိုင်တဲ့ နည်းပညာဖွံ့ဖြိုးလာတဲ့အတွက်ပုံ(၃-၁၀-ခနှင့်ဂ)မှာဖော်ပြထားတဲ့အလွန်သေးငယ်လှတဲ့မီးခြစ်ဆံခေါင်းအရွယ်၊ဘော(လ်)ပင်မှင်ချောင်းထိပ်ဖြားအရွယ်မျှသာရှိတဲ့ရောဂါရှာဖွေရေးမိုက်ခရိုကင်မရာများအထိ sensitivity အလွန်မြင့်တဲ့ CCD image sensor များဖြင့်အဖိုးနှုန်းချိုသာစွာထုတ်လုပ်လာနိုင်ပြီဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီမိုက်ခရိုကင်မရာကို လေဟာနယ်မီးသီးနဲ့ဘယ်လိုဖြစ်နိုင်မှာလဲ။စဉ်းစားကြည့်ပါ။ဒီလောက်ဆို solid state ရဲ့စွမ်းဆောင်ရည်ကိုမြင်လောက်ရောပေါ့။



(က) Standard CCD and CMOS image sizes



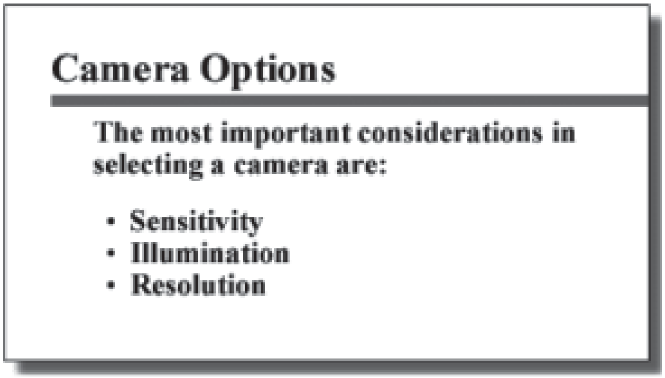
(ခ) Micro video camera

(ဂ) Micro CCD camera for endoscopy

ပုံ(၃-၁၀) Standard CCD format sizes and micro cameras

3.5: Camera Options

CCTV စနစ်တစ်ခုမှာအသုံးပြုမယ့် camera အမျိုးအစားရွေးချယ်တဲ့အခါမိမိတည်ဆောက်လိုတဲ့ရည်မှန်းချက်ကိုအတတ်နိုင်ဆုံးပြည့်စုံအောင်ဖြည့်စွမ်းပေးနိုင်တဲ့ပစ္စည်းအမျိုးအစားမျိုးဖြစ်ဖို့အလွန်အရေးကြီးပါတယ်။တနည်းဆိုရရင်-စက်ရုံပေါင်းစုံကထုတ်လုပ်ထားတဲ့များမြောင်လှစွာသော camera အမျိုးအစားတွေအထဲကမှ မိမိအတွက်အရည်အသွေးအကောင်းဆုံးနဲ့စွမ်းဆောင်ရည်အမြင့်မားဆုံးဖြစ်မယ့်ကင်မရာ (over-qualified cameras)မျိုးကိုရွေးချယ်နိုင်ရပါမယ်။မြည်ကာမတ်တ-ကင်မရာမျိုးလည်းမဖြစ်ရပါဘူး။ကုန်ကျစရိတ်အဆမတန်လွန်ကဲပြီး၊လိုအပ်ချက်ထက်ကျော်လွန်နေတဲ့ကင်မရာမျိုးလည်းမဖြစ်ရပါဘူး။မိမိတပ်ဆင်မယ့်လုပ်ငန်းနဲ့အနီးဆုံးအံ့ဝင်နိုင်မယ့်သဘာဝရှိတဲ့ကင်မရာအမျိုးအစားကိုပဲ၊ရွေးချယ်ခြင်းဟာကုန်ကျစရိတ်သက်သာစေတဲ့အပြင်လက်ရှိတည်ဆောက်ထားတဲ့စနစ်ကိုနောက်ပိုင်းတိုးချဲ့မွမ်းမံလိုတဲ့အခါမှာလည်းအထောက်အကူပြုစေမှာဖြစ်ပါတယ်။ဒါကြောင့်အသုံးပြုမယ့်ကင်မရာရွေးချယ်တဲ့အခါ-ကင်မရာကို“ဘယ်လိုအခြေအနေတွေအောက်မှာသုံးမှာလဲ(ဆိုလိုတာက-ကင်မရာတပ်ဆင်မယ့်ပတ်ဝန်းကျင်-အပူ/အအေး၊အလင်း/အမှောင်. . . စသဖြင့်ပေါ့)”၊“ဘယ်လိုနေရာမျိုးမှာတပ်မှာလဲ(ဥပမာ-အဆောက်အဦးထဲမှာလား/အပြင်မှာလား)” ၊ “ဘယ်လိုအသုံးပြုချင်တာလဲ(ဥပမာ-လုပ်ငန်းသဘောအရအသေးစိတ်ပြတ်သားစွာခွဲခြားဖို့လိုသလား/မလိုဘူးလား. . . စသဖြင့်)”. . . ဆိုတဲ့အချက်တွေကိုအဓိကစဉ်းစားဆုံးဖြတ်ထားဖို့အရေးကြီးလှပါတယ်။အထူးတင်ပြလိုတာကတော့ကင်မရာအမျိုးအစားရွေးချယ်တဲ့အခါပစ္စည်းရဲ့အသွင်အပြင်သဘာဝ(features)နဲ့စွမ်းဆောင်နိုင်ရည်(capabilities)တို့ဟာလုပ်ငန်းအပ်နှံသူ(customer)အမှန်တကယ်လိုချင်တဲ့အချက်တွေနဲ့အတတ်နိုင်ဆုံးကိုက်ညီမှုရှိဖို့ရွေးချယ်ပေးရမယ်ဆိုတာသတိထားကြဖို့ပါ။ပုံ(၃-၁၁)မှာကင်မရာနဲ့ဆိုင်တဲ့optionsတွေကိုဖော်ပြပေးထားပါတယ်။စာဖတ်သူတို့အတွက်အသုံးဝင်မှာပါ။



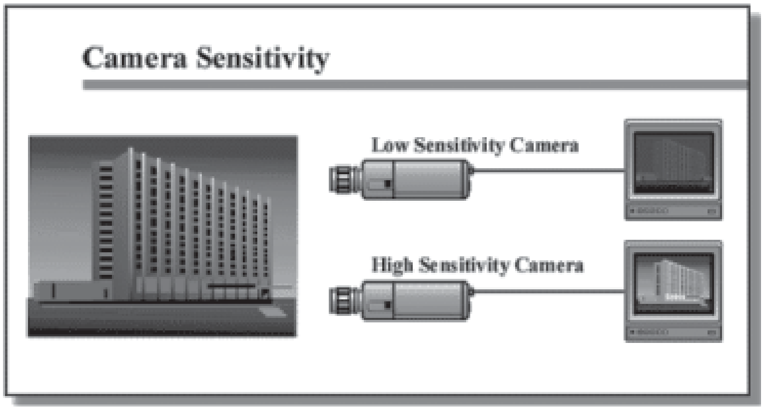
ပုံ(၃-၁၁) ကင်မရာတစ်လုံးရွေးချယ်ရာတွင်စဉ်းစားရမည့်အချက်များ

3.6: Camera Sensitivity

အလင်းရောင်အနည်းငယ်သာရှိတဲ့ အမှောင်ထဲကအရာဝတ္ထုတွေကိုမြင်နိုင်မှုစွမ်းရည်ဟာ လူတစ်ဦးနှင့်တစ်ဦးမတူနိုင်ကြပါဘူး။အလင်းရောင်အနည်း/အများကွာခြားမှုအလိုက်အရာဝတ္ထုတွေအပေါ်မြင်နိုင်စွမ်းအရည်အသွေးကို သိလွယ်မှုသတ္တိ(sensitivity)လို့ခေါ်ပါတယ်။အဲဒီလိုပါပဲ၊ ကင်မရာတစ်လုံးဟာပတ်ဝန်းကျင်အလင်းပြင်းအားအနည်း/အများပမာဏကွာခြားမှုအပေါ်မူတည်ပြီး၊ ရှုခင်းပုံ(သို့မဟုတ်) ရုပ်ပုံကိုဘယ်လောက်ကြည်လင်ပြတ်သားထင်ရှားစွာရိုက်ယူဖော်ထုတ်ပေးနိုင်စွမ်းရှိသလဲဆိုတဲ့အချက်ဟာလည်းအသုံးပြုတဲ့ကင်မရာရဲ့ **sensitivity** ပေါ်မှာမူတည်နေပါတယ်။လူတွေလိုပါပဲ၊ ကင်မရာတွေမှာလည်းတစ်လုံးနှင့်တစ်လုံး sensitivity မတူကြပါဘူး။ sensitivity မြင့်တဲ့ camera ဟာပတ်ဝန်းကျင်အလင်းအလွန်နည်းပါးနေတဲ့တိုင်အောင် ရုပ်ပုံကို ပြတ်သားထင်ရှားစွာ ရိုက်ယူဖော်ထုတ်ပေးနိုင်စွမ်းရှိပါတယ်။

sensitivity နှင့်ပတ်သက်ပြီး သိထားသင့်တဲ့အသုံးအနှုန်းသဘောတရား ၂ရပ်ရှိပါတယ်။အဲဒါတွေကတော့-**"Usable video"**နှင့်**"Full video"**ဆိုတဲ့အသုံးအနှုန်းတို့ဖြစ်ပါတယ်။ usable video ပုံလို့ခေါ်တဲ့အသုံးအနှုန်းကိုဘယ်နေရာမှာသုံးသလဲဆိုရင်-ရုပ်ပုံရဲ့လင်းတဲ့နေရာမှာရှိတဲ့ အသေးစိတ်အသွင်အပြင်လေးတွေ(detailလေးတွေ)ကိုတော့ထင်ထင်ရှားရှားမြင်ရပြီး၊မှောင်တဲ့နေရာတွေက အသေးစိတ်အသွင်အပြင်လေးတွေ(detailလေးတွေ)ကိုထင်ရှားစွာမမြင်ရတဲ့အခါမျိုးမှာ-အဲဒီပုံမျိုးကို **usable video image** လို့သုံးကြပါတယ်။ပုံ(၃-၁၂)ရှုပါ။အဲဒီပုံကို sensitivity မြင့်တဲ့အခြားကင်မရာတလုံးနဲ့ရိုက်တဲ့အခါမှာဖြစ်စေ၊ရှုခင်းထဲကိုလုံလောက်တဲ့မီးအလင်းရောင်ပေးသွင်းပြီးရိုက်တဲ့အခါမှာဖြစ်စေ၊ပထမတုံးကမှောင်နေတဲ့ နေရာတွေမှထင်ရှားစွာမမြင်ရခဲ့တဲ့ details လေးတွေဟာထင်ထင်ရှားရှားမြင်လာရပြီး၊ image အတွင်းမှာရှိတဲ့ objects လေးတွေအားလုံးကိုခွဲခြားပေးနိုင်ပြီဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီလိုရုပ်ပုံမျိုးကိုတော့ **Full video image** လို့ခေါ်ပါတယ်။customer အများစုဟာသူတို့ရဲ့စနစ်တွေကို full video standard ဖြင့်သာလိုချင်တတ်ကြတယ်ဆိုတာသိထားကြဖို့လိုပါတယ်။Institute of Radio Engineers(IRE)ရဲ့စံညွှန်းသတ်မှတ်ချက်များအရ- "7.14Vp-p+100IRE"ပမာဏရှိတဲ့ video signal ကို full video လို့ခေါ်ဖို့သတ်မှတ်ထားပါတယ်။(မှတ်ချက် = >1 IRE တွင် 0.714mVp-p ပမာဏရှိပါတယ်။)

usable video ပုံရဲ့အရည်အသွေးဟာအလွန်ညံ့ဖျင်းလိမ့်မယ်ဆိုတာစာဖတ်သူတို့မှန်းဆကြည့်နိုင်ပါလိမ့်မယ်။ဘယ်လိုပဲညံ့ဖျင်းတဲ့ပုံဖြစ်ပါစေ၊အဲဒီရှုခင်းထဲမှအလင်းပြင်းအားကိုတော့သိပ္ပံနည်းကျကျတိုင်းလို့ရပါတယ်။ကိုင်း-ဒါဆိုရင်ကင်မရာတစ်လုံးရဲ့sensitivity ကိုအဓိပ္ပါယ်သတ်မှတ်လို့ရပါပြီ။ usable videoဖြင့် image ကို ရိုက်ယူဖော်ထုတ်စေရန် (အရည်အသွေးအညံ့ဆုံးရုပ်ပုံဖြင့်ဖော်ထုတ်နိုင်စေရန်) ကင်မရာအတွက်လိုအပ်တဲ့အလင်းပြင်းအားပမာဏကို camera ရဲ့ sensitivity ဟုသတ်မှတ်ထားပါတယ်။ အဲဒီထက် sensitivity တန်ဖိုးနိမ့်ရင်တော့ညံ့ပါတယ်ဆိုတဲ့ usable video ပုံမျိုးတောင်မှပေါ်နိုင်တော့မှာမဟုတ်ပါဘူး။ sensitivity နဲ့ပါတ်သက်လို့ဒီလောက်ဆို-ရှင်းလောက်ပြီလို့ထင်ပါတယ်။ဒါကြောင့်ကင်မရာတစ်လုံးအသုံးပြုတော့မယ်ဆိုရင် မိမိရိုက်ကူးလိုတဲ့ရုပ်ပုံပတ်ဝန်းကျင်ရှိအလင်းပြင်းအားအခြေအနေ(သို့မဟုတ်)ကင်မရာသို့ဝင်မယ့်၊အလင်းပြင်းအားဟာမိမိအသုံးပြုနေတဲ့ကင်မရာအမျိုးအစားအတွက်ပေးထားတဲ့ camera sensitivity ပမာဏအောက်မှာရှိ/မရှိဆိုတာသတိထားကြည့်ရှုဖို့လိုပါတယ်။CCTV



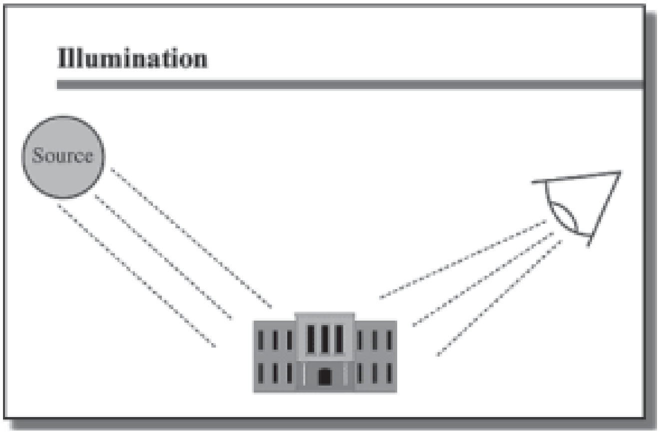
ပုံ(၃-၁၂) ကင်မရာ ၂လုံး၏ Sensitivity ကို နှိုင်းယှဉ်ပြထားပုံ

security system တစ်ခုတည်ဆောက်တဲ့အခါ ထောက်လှမ်းစုံစမ်းလိုတဲ့(surveillance လုပ်လိုတဲ့)တည်နေရာမှာရရှိနိုင်တဲ့ အနည်းဆုံးအလင်းပြင်းအားပမာဏဟာ မိမိရွေးချယ်အသုံးပြုမယ့် camera အတွက် usable video signal ဖြင့်ရုပ်ပုံကို ရိုက်ယူဖော်ထုတ်နိုင်ရန်သတ်မှတ်ထားတဲ့ sensitivity အောက်တွင်ရှိ/မရှိဆုံးဖြတ်ရွေးချယ်ရမှာဖြစ်ပါတယ်။

အလွန့်အလွန်နည်းပါးတဲ့အလင်းရောင်မျှလောက်ဖြင့် images တွေကိုရိုက်ယူဖော်ထုတ်ပေးနိုင်တဲ့ကင်မရာတွေလည်းရှိနေပါပြီ။ intensifier CCD အမျိုးအစားသုံး၊ အထူး CCD camera တွေဟာအလွန်ဝေးလံလှတဲ့ကြယ်တွေကနေ ထုတ်လွှတ်ပေးထားတဲ့အလင်းရောင်မျှဖြင့်ပင် images တွေကို ပြတ်သားထင်ရှားစွာရိုက်ယူဖော်ထုတ်ပေးနိုင်စွမ်းရှိကြောင်းတွေ့ရပါတယ်။အဲဒီနည်းပညာဟာအခုမှပေါ်တဲ့နည်းပညာမဟုတ်ပါဘူး။အထူးစီမံထုတ်လုပ်ထားတဲ့ tube camera တွေနဲ့အရင်ကတည်းက အောင်မြင်ပြီးသားပါ။ ဒါပေမယ့် common used ဖြစ်မလာတဲ့အတွက်လူသိနည်းခဲ့တာဖြစ်ပါတယ်။ဒီနေ့ခေတ်ပေါ် CCD image sensor သုံးကင်မရာအများစုဟာစက်ရုံမှစံပြုထုတ်လုပ်စဉ်ကပင် sensitivity လုံလောက်စွာမြင့်ပြီးသားဆိုတာသတိပြုကြဖို့လိုပါတယ်။

3.7: Illumination

ရှုခင်း(scene)ပေါ် သို့ ပြင်ပ-ပတ်ဝန်းကျင်မှကျရောက်နေတဲ့အလင်းပြင်းအားကို illumination လို့ခေါ်ပါတယ်။တကယ်တော့ illumination ဆိုတဲ့သဘောတရားဟာ ကင်မရာကိုယ်တိုင်ရဲ့လုပ်ငန်းစဉ်နဲ့မဆိုင်ပါဘူး။သို့သော်လည်း CCTV ကင်မရာတပ်ဆင်ဖို့နေရာရွေးချယ်တဲ့ အခါမှာတော့ အဲဒီအချက်ကိုဖယ်ထားလို့မရပါဘူး။ရှုခင်းအတွင်းလုံလောက်သောအလင်း(adequate illumination)ရှိခြင်းဆိုတဲ့



ပုံ(၃-၁၃) Illumination ကြောင့်ရုပ်ပုံကိုမြင်ရပုံ

ဇယား(၃-၂) အလင်းရရှိမှုအခြေအနေအမျိုးအမျိုးအတွက် အလင်းပြင်းအားအဆင့်များ

LIGHTING	LUX LEVEL
Unobstructed sun	100,000
Sun with light cloud	70,000
Sun with heavy cloud	20,000
Home / office lighting	100-1000
Sunrise / sunset	500
Street lighting	1-10
Twilight	4
Full moon	0.2
Quarter moon	0.02
Overcast moon	0.007
Clear night sky	0.001
Average starlight	0.0007
Overcast night sky	0.00005

ရှင်းလင်းချက်-

* Unobstructed sun- တိမ်သားကင်းစင်တဲ့နွေရာသီနေ့လည်အချိန်နေမှဖြန့်ထုတ်ပေးနေတဲ့အလင်းကိုဆိုလိုတာပါ။
* Sun with light cloud- တိမ်ပါးပါးလေးဖုံးထားတဲ့နေမှဖြန့်ထုတ်ပေးနေတဲ့အလင်းဖြစ်ပါတယ်။
* Sun with heavy cloud- တိမ်ထူထပ်စွာဖုံးထားတဲ့နေမှဖြန့်ထုတ်နေတဲ့အလင်းဖြစ်ပါတယ်။
* Home/office lighting- အိမ်အတွင်း၊ရုံးခန်းအတွင်းမှာရရှိနိုင်တဲ့အလင်းဖြန့်ဖြူးမှုပမာဏတွေပါ။
* Sunrise/sunset- နေထွက်/နေဝင်ချိန်များတွင်ရရှိနိုင်တဲ့အလင်းဖြန့်ဖြူးမှုကိုပြောတာပါ။
* Street lighting- လမ်းမီးတိုင်တွေအောက်မှာရရှိနိုင်တဲ့အလင်းပါ။
* Twilight- နေဝင်ခါနီးဆည်းဆာအချိန်အလင်းဖြန့်ဖြူးမှုကိုဆိုတာပါ။
* Full moon- လပြည့်နေ့အလင်းဖြန့်ဖြူးမှုပါ။
* Quarter moon- လေးပုံတပုံလခြမ်းမှဖြန့်ဖြူးထားတဲ့အလင်းပါ။
* Overcast moon- လကွယ်နေ့အလင်းဖြန့်ဖြူးမှုပမာဏပါ။
* Clear night sky- ကြည်လင်တဲ့ညဖက်အလင်းဖြန့်ဖြူးထားမှုပမာဏပါ။
* Average starlight- ကြယ်စုံတဲ့ညဖက်ပျမ်းမျှအလင်းဖြန့်ဖြူးမှုပါ။
* Overcast night sky- တိမ်များပိတ်ဖုံးထားတဲ့ညဖက်ကောင်းကင်မှအလင်းဖြန့်ဖြူးမှုပမာဏပါ။

အချက်နဲ့ပြည့်စုံမှသာCCTVစနစ်နဲ့ဧရိယာတစ်ခုကို စုံစမ်းထောက်လှမ်းခြင်း(Detection)၊တစ်နေရာ၌ထူးခြားဖြစ်စဉ်တစ်ရပ်ဖြစ်ပေါ်ခြင်းကိုစောင့်ကြပ်ကြည့်ရှုခြင်း(Recognition)၊အဲဒီထူးခြားဖြစ်စဉ်အားပြုလုပ်(သို့)အားပေးသောလူ(သို့မဟုတ်)အရာဝတ္ထုအားသတ်မှတ်ခွဲခြားခြင်း(Identification). . . ဆိုတဲ့ကိစ္စရပ်တွေကို လုံခြုံရေးဝန်ထမ်းများရာနှုန်းပြည့်နီးပါးထမ်းဆောင်နိုင်မှာဖြစ်တဲ့အတွက်အလွန်အရေးကြီးပါတယ်။ပုံ(၃-၁၃)မှာပြထားတဲ့အတိုင်း-camera ဟာလည်း လူ့မျက်စိနည်းတူ ရှုခင်းထဲမှာရှိတဲ့လူ(သို့)အရာဝတ္ထုတွေအပေါ်ပတ်ဝန်းကျင်အလင်းကျရောက်မှုမှ ပြန်ထွက်လာတဲ့အလင်းတန်းတွေကိုလက်ခံပုံဖော်ပေးခြင်းဆိုတဲ့လုပ်ငန်းစဉ်(process)အတိုင်းဆောင်ရွက်တာဖြစ်တဲ့အတွက် illumination ဟာအရေးပါတယ်ဆိုတာထင်ရှားပါတယ်။illumination မရှိရင်အရာဝတ္ထုတွေအပေါ်ကျရောက်မယ့်အလင်းတန်းတွေမရှိတော့တဲ့အတွက်ကင်မရာဆီလာမယ့်ရိုက်ပြန်အလင်းတန်းတွေလည်းရှိတော့မှာမဟုတ်ပါဘူး။ဒီအခြေနေမျိုးမှာ-ဘာပုံမှဖော်ထုတ်ပေးနိုင်တော့မှာမဟုတ်ပါဘူး။

ရှုခင်းသို့အလင်းထပ်ပိုးပေးခြင်း(additional lighting)နဲ့ပတ်သက်ပြီးနောက်ပိုင်းအခန်းတွေမှာဒီထက်အကျယ်တဝင့်ရှင်းလင်းသွားပါဦးမယ်။အခုသင်ခန်းစာမှာတော့ illumination ဆိုတဲ့အကြောင်းကိုအောက်ပါအတိုင်းအလွယ်ပဲ မှတ်ထားပေးပါဦး။ illumination ဟာကင်မရာရဲ့ function တစ်ခုမဟုတ်ပေမယ့်ကင်မရာရဲ့ sensitivity နှင့်ပတ်သက်နေပါတယ်။ပေးထားတဲ့နေရာတစ်ခုမှာကင်မရာတစ်လုံးတပ်ဆင်တော့မယ်ဆိုရင်(given applicationလို့ပဲခေါ်ခေါ်)ကင်မရာအမျိုးအစားရွေးချယ်တဲ့အခါအဲဒီနေရာမှာရနိုင်မယ့်အလင်းပြင်းအား(illumination)ပမာဏကို camera ရဲ့ sensitivity နဲ့ဆက်စပ်ပြီးစဉ်းစားသင့်တယ်ဆိုတဲ့အချက်ကိုလုံးဝမမေ့ဖို့ပါနှင့်။illumination နဲ့ sensitivity တို့ဟာပြောင်းပြန်ဆက်စပ်မှီ

ခိုနေကြပါတယ်။အလင်းရောင်များများရနိုင်ရင်(illumination များရင်ပြောတာပါ) sensitivity နည်းတဲ့ camera ကိုသုံးပေးပါ။တကယ်လို့အလင်းရောင်နည်းမယ်ဆိုရင်(illumination နည်းရင်ပြောတာနော်) sensitivity မြင့်တဲ့camera ကိုသုံးပေးပါ။

အလင်းရောင်ရရှိမှုအခြေအနေအမျိုးမျိုးအတွက်အလင်းဖြန့်ဖြူးမှုပမာဏ (Illuminance) ကို Lux unit ဖြင့်ဇယား(၃-၂)မှာဖော်ပြပေးထားပါတယ်။ကင်မရာရဲ့ sensitivity ရွေးချယ်တဲ့အခါသူ့ကို အညွှန်းပြုဇယားအနေနဲ့အသုံးပြုလို့ရအောင်ထည့်ပေးလိုက်တာပါ။တချို့ကအလင်းဖြန့်ဖြူးမှုယူနစ်ကို FootCandle ဖြင့်ဖော် ပြသုံးစွဲလေ့ရှိကြသော်လည်းဒီနေရာမှာတော့ Lux လို့ခေါ်တဲ့ SI unit ဖြင့်ပေးထားပါတယ်။

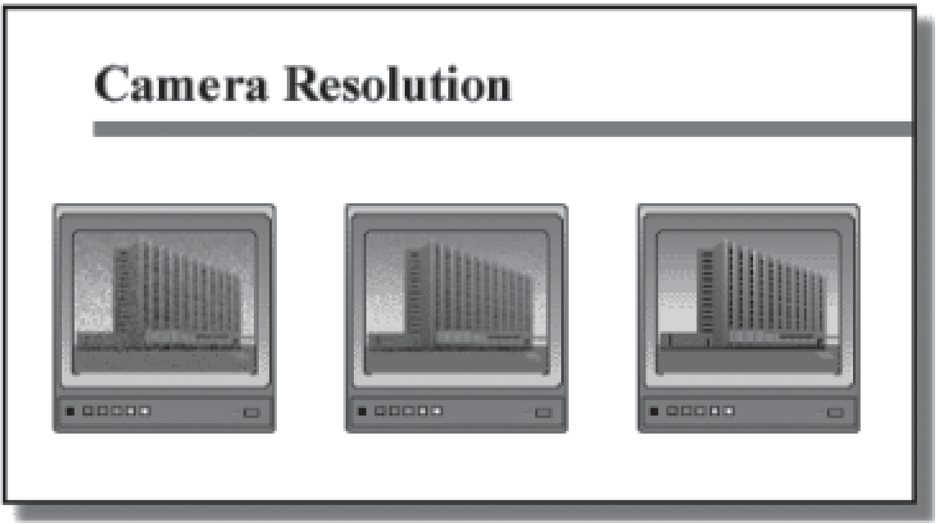
ကဲ-ဒီလောက်ဆိုရင် illumination အကြောင်းတီးခေါက်မိလောက်ပြီလို့ထင်ပါတယ်။

3.8: Camera Resolution

ရုပ်ပုံတစ်ခုရဲ့ resolution ကိုပုံ(၃-၁၄) မှာဖော်ပြထားပါတယ်။ပုံအရင်လေ့လာကြည့်ပါဦး။ပြီးမှ ဖတ်တာပေါ့။ရုပ်ပုံတစ်ခုရဲ့အသေးစိတ်အသွင်အပြင်လေးများနှင့်အတူထင်ရှားပြတ်သားစွာတွေ့မြင်ရတာကိုဖော်ထုတ်နိုင်စွမ်းကောင်းတယ်(resolution)(ဒါမှမဟုတ်)ခွဲခြားနိုင်မှုကောင်းတယ်(defination)လို့ဆိုကြပါတယ်။ဒါကြောင့် resolution ကိုမြန်မာမှုပြုရရင်တော့ဖော်ထုတ်နိုင်စွမ်းလို့ပဲ၊ခေါ်ခေါ်၊ခွဲခြားနိုင်စွမ်းလို့ပဲ၊ဆိုဆို၊ ကြိုက်သလိုယူလို့ရပါတယ်။ကြည်လင်ပြတ်သားရှင်းလင်းထင်ရှားတဲ့ရုပ်ပုံကို resolution ကောင်းတဲ့ ပုံလို့ဆိုကြပါတယ်။"ဖွယ်တယ်တယ်"ပုံဆိုးကြီးမျိုးဆိုရင်တော့ rersolution အလွန်ညံ့တဲ့ပုံလို့ဆိုရမှာပါ။ resolution ဟာ focus နဲ့မှားတတ်ပါတယ်။တခြားစီပါ။မတူပါဘူး။သတိပြုပါ။

ကင်မရာဟာသူ့ရဲ့ image sensor ပေါ်ကျရောက်နေတဲ့ပုံရိပ်ကို ဝဲဖက်မှယာဖက်သို့ အလျားလိုက်မျဉ်းကြောင်းလေးများသဏ္ဌာန်တစ်ကြောင်းပြီးတစ်ကြောင်း-လျှင်မြန်စွာကြောင်းရင်း(scan လုပ်ရင်း) ပုံရိပ်ရဲ့အောက်ခြေသို့ရောက်တဲ့အခါရုပ်ငြိမ်ပုံကွက်တစ်ကွက်ကို processed လုပ်ပြီးဖြစ်စေတယ်ဆိုတာရှေ့ပိုင်းမှာရှင်းပြခဲ့တာတွေခဲ့ကြပြီလို့ထင်ပါတယ်။အဲဒီအလျားလိုက်လိုင်းကြောင်းလေးတစ်ခုစီအတွင်းမှာ CCD ပေါ်ထည့်ထားတဲ့အမှတ်စက်သဏ္ဌာန်အလွန်သေးငယ်လှတဲ့ pixels လေးတွေအစီအရီပါဝင်ပါတယ်။အလျားလိုက်လိုင်းတစ်ခုအတွင်းမှာပါရှိနိုင်တဲ့ pixels အရေအတွက်နှင့်ရုပ်ငြိမ်ပုံကွက်တစ်ကွက်မှာပါဝင်တဲ့လိုင်းအရေအတွက်(တနည်း)CDD image sensor ပေါ်ရှိစုစုပေါင်း pixel အရေအတွက်ဟာရုပ်ပုံတစ်ပုံရဲ့ကြည်လင်ပြတ်သားမှု(ခေါ်) resolution ကိုအဆုံးအဖြတ်ပြုပါတယ်။

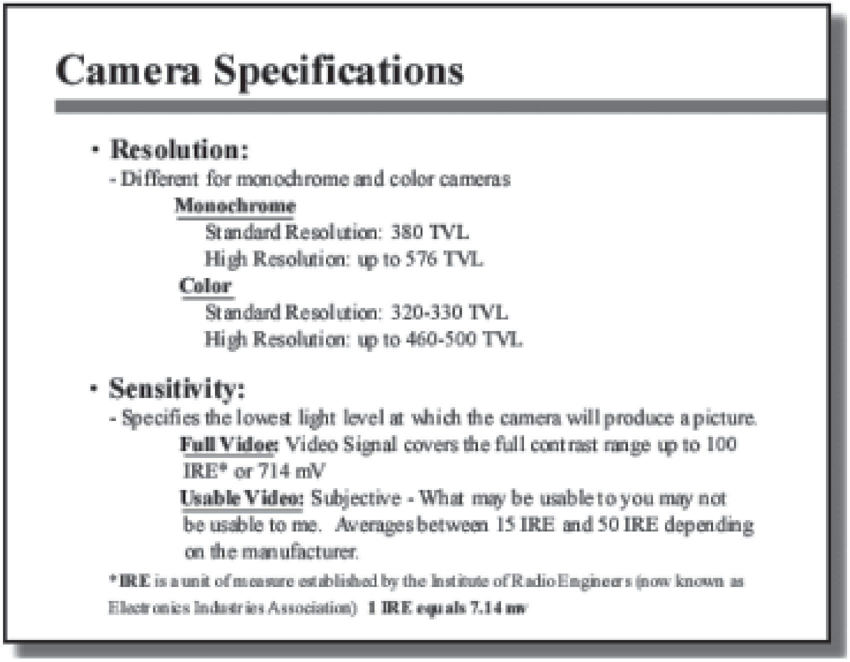
ကင်မရာထုတ်လုပ်သူတွေဟာ image တစ်ခုဖြစ်အောင်ဖွဲ့စည်းဖန်တီးတဲ့အခါအသုံးပြုရတဲ့ အလျားလိုက်လိုင်းအရေအတွက်ကို resolution လို့ခေါ်ဆိုသတ်မှတ်ပေးလေ့ရှိပါတယ်။အဲဒါကို တနည်းအားဖြင့် vertical resolution လို့လည်းခေါ်ပါတယ်။အလျားလိုက်လိုင်းတစ်လိုင်းတည်ဆောက်တဲ့အခါ အသုံးပြုရတဲ့ pixel အရေအတွက်ကိုတော့ horizontal resolution လို့ခေါ်ပါတယ်။အများအားဖြင့် horizontal နှင့် vertical resolution အချိုးကို 4:3(800 pixels x 600 lines)ပမာဏဖြင့်သတ်မှတ်



ပုံ(၃-၁၄) ရုပ်ပုံတစ်ခု၏.Resolution အမျိုးမျိုးကို နှိုင်းယှဉ်ပြထားပုံ

ထုတ်လုပ်လေ့ရှိတတ်ပါတယ်။အဲဒီအချိုးဟာ TV နှင့်ရုပ်ရှင်စနစ်တွေမှာစံအသုံးပြုလေ့ရှိတဲ့မြင်ကွင်းအချိုး (aspect ratio)ဖြစ်နေတာသတိပြုမိကြတယ်မဟုတ်လား။ပုံမှန်သုံးCCTVလုံခြုံရေးကင်မရာတွေရဲ့ resolution တွေကတော့320 Lines မှ 530 lines အထိရှိတတ်ပါတယ်။resolution တန်ဖိုး 800 lines per image scan နှင့်အထက် အထိရှိတဲ့ special high resolution cameras တွေလည်းရှိပါသေးတယ်။ ဒါပေမယ့်အဲဒီကင်မရာတွေကတော့ဈေးအရမ်းကြီးပါတယ်။

camera တစ်လုံးရဲ့ resolution မြင့်မားလေ၊ scanning line တစ်ခုစီအတွင်းမှာပါဝင်နိုင်တဲ့ pixel လေးတွေအရေအတွက်ပိုပြီးများပြားလေဆိုတာတွေ့ရပါတယ်။ရုပ်ပုံကွက်တစ်ကွက်မှာပါဝင်ဖွဲ့စည်းထားတဲ့ scanning lineအရေအတွက်ပိုများလာတဲ့အခါလိုင်းလေးတွေတစ်ခုနှင့်တစ်ခုပိုနီးကပ်သွား(ပိုပြီးစိပ်သွား)တာကြောင့်အသေးစိတ်အသွင်အပြင်လေးတွေကိုပိုပြီးဖော်ထုတ်ပေးနိုင်တာဖြစ်ပါသည်။ resolution ဆိုတဲ့အခြေခံသဘောကြောင့်ဖြစ်တဲ့ရုပ်ပုံအရည်အသွေးသဘာဝဟာ အပေါ်မှာရှင်းပြခဲ့သလို camera မှန်ဘီလူး (lens) ရဲ့ focusကြောင့်ဖြစ်တဲ့ ရုပ်ပုံအရည်အသွေးသဘာဝနှင့်ခပ်ဆင်ဆင်တူတတ်တာမို့ရုပ်ပုံအရည်အသွေးအကြောင်းတရားမှန်ရှာဖွေတဲ့နေရာမှာရောနှောရှုပ်ထွေးတတ်ပါတယ်။ resolution ဟာကင်မရာရဲ့အီလက်ထရွန်းနစ်ပိုင်းဆိုင်ရာဒီဇိုင်းနှင့်လုပ်ငန်းစဉ် (function)ပေါ်မှာပဲ၊မူတည်နေတဲ့ technical measure တစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။ရုပ်ပုံတစ်ခုရဲ့အရည်အသွေးကောင်းမွန်မှုဟာ-အလင်းရောင်ရရှိမှုအနေအထား(light levels)၊မှန်ဘီလူးအရည်အသွေး(lens quality)၊ monitor resolution နှင့်ကင်မရာမှမော်နီတာထံသို့ဆက်သွယ်ပေါင်းကူးပေးတဲ့ကြားခံအမျိုးအစား(transmission medium)တို့ရဲ့အပေါ်မှာလည်းမူတည်နေပြန်ပါတယ်။ဒါပေမယ့် monitor ဆီသို့နောက်ဆုံးရောက်ရှိလာမယ့်ရုပ်ပုံရဲ့ စတင်မြစ်ဖျားခံမှုကိုခြေရာကောက်ရင်၊ကင်မရာဖြစ်တာမို့အသုံးပြုမယ့် camera ရဲ့ resolution ကောင်းမွန်မှုဟာအလွန်အရေးကြီးတယ်ဆိုတာဘယ်သူမှမငြင်းနိုင်ပါဘူး။



ပုံ(၃-၁၅) Camera specification နမူနာပုံစံတစ်ခု

3.9: Other Camera Issues

ကဲ-ခုလောက်ဆိုရင် camera တစ်လုံးရွေးချယ်တဲ့ခါသုံးသပ်ရမယ့်အဓိကအချက်တွေကိုတွေ့ပြီးကြပြီလို့ထင်ပါတယ်။အခုတခါရုပ်ပုံအရည်အသွေးအပေါ်လွှမ်းမိုးနေသောသိထားသင့်တဲ့နောက်ထပ်အချက်တွေကိုဆက်ပြီးဖော်ပြပေးပါဦးမယ်။

အဲဒါတွေကတော့-

- Manual and electronic adjustments
- Electronic iris
- Automatic shutter
- Backlight compensations
- Digital Signal Processing . . . တို့ဖြစ်ကြပါတယ်။

3.9.1: Manual and Elecronic Adjustments

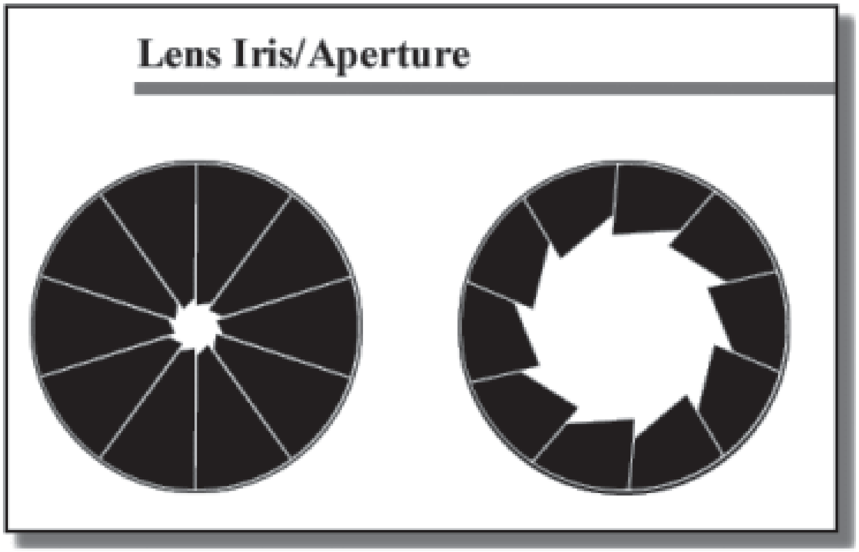
ရှုတ်ထွေးနက်နဲလှတဲ့လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွေနဲ့တည်ဆောက်ထားတဲ့အီလက်ထရွန်းနစ်စက်ပစ္စည်းတွေတာဝန်မပျက်ပုံမှန်အတိုင်းထမ်းဆောင်နေဖို့ နေ့စဉ်ထိန်းသိမ်းစောင့်ရှောက်ပြီးဂရုစိုက်နေဖို့လိုအပ်သလို-camera တစ်လုံးကိုလည်းပဲ၊ သူ့ရဲ့စွမ်းဆောင်နိုင်ရည်(performance)အမြဲတန်း optimum အနေအထားမှကျဆင်းမသွားအောင် maintain လုပ်ထားဖို့ ပုံမှန်adjustments များကိုဆောင်ရွက်ပေးနေဖို့လိုအပ်ပါတယ်။အဲဒီ adjustments တွေကိုဆောင်ရွက်တဲ့နေရာမှာ အချို့ camera တွေဟာ manually ဆောင်ရွက်လို့ရသော်လည်း၊ခေတ်မှီနောက်ဆုံးပေါ် camera တွေကိုတော့အဝေးတစ်နေရာ(remote locations)မှအီလက်ထရွန်းနစ်နည်းစနစ်နဲ့ကန့်သတ်လုပ်ကိုင်နိုင်အောင်စီစဉ်ဆောင်ရွက်ပေးထားတာကိုတွေ့ရပါတယ်။အဲဒီလို remote location မှဆောင်ရွက်နိုင်မှုကြောင့်ရရှိနိုင်တဲ့အကျိုးကျေးဇူးတွေကတော့-

- လိုအပ်တဲ့အမှားပြင်ဆင်ခြင်း(corrections)ကိုချက်ချင်းဆောင်ရွက်နိုင်ခြင်း၊
- ဗဟိုထိန်းချုပ်ခန်း(central location)တစ်ခုအတွင်းမှနေ၍အလိုရှိတဲ့ adjustments ကိုအချိန်တိုအတွင်းဆောင်ရွက်နိုင်ခြင်း. . . တို့ဖြစ်ကြပါတယ်။

သာဓကအားဖြင့်-ကင်မရာတစ်လုံးကိုကားရပ်နားစခန်းတစ်ခုအတွင်းရှိတိုင်တစ်တိုင်ပေါ်တွင်တပ်ဆင်ထားသည်ဆိုကြပါစို့။ technician တစ်ယောက်ဟာအဲဒီကင်မရာကို၊ရာသီဥတုဆိုင်ရာထိန်းသိမ်းစောင့်ရှောက်မှုလုပ်ငန်းစဉ်များဖြစ်တဲ့. . . မိုးရေများသုတ်ခြင်း၊နှင်းခဲများဖယ်ရှားခြင်း(နှင်းကျတဲ့တိုင်းပြည်တွေအတွက်ပြောတာပါ). . . စတဲ့ကိစ္စမျိုးတွေကလွဲလို့အခြား adjustments ကိစ္စတွေဆောင်ရွက်လိုတဲ့အခါလှေခါးထောင်ပြီးတက်ရောက်လုပ်ကိုင်ရခြင်း(သို့မဟုတ်)တစ်ယောက်သုံးအသေးစားစက်လှေခါးမော်တော်ယာဉ်ငယ်(personmel lift)ဖြင့်ဆောင်ရွက်ရခြင်းမျိုး၊ခက်ခက်ခဲခဲမလုပ်ရတော့ပဲ remote location မှအလွယ်တကူဆောင်ရွက်နိုင်တာကြောင့်-အဖိုးတန်အချိန်တွေကိုချွေတာရာရောက်စေခြင်း၊ထိခိုက်ပျက်စီးမှုနည်းပါးခြင်း၊မိမိ customer ရဲ့ပုံမှန်လုံခြုံရေးလုပ်ငန်းစဉ်အပေါ်အနှောက်အယှက်နည်းပါးခြင်း. . . ဆိုတဲ့အကျိုးတရားတွေကိုရရှိစေတာကိုတွေ့ရပါတယ်။ ကင်မရာတိုင်းကိုတော့အဲဒီလိုလုပ်မပေးနိုင်ပါဘူး။သာမန်ကင်မရာမျိုးမဟုတ်တဲ့ software control package နဲ့ထိန်းတဲ့အဆင့်မြင့်နည်းပညာသုံး matrix switcher စနစ်နဲ့တွဲသုံးရတဲ့ high-end camerasတွေမှာသာဆောင်ရွက်နိုင်တယ်ဆိုတာသတိပြုစေချင်ပါတယ်။

3.9.2: Electronic Iris

ကင်မရာမှာရှိတဲ့ iris ဟာလူ့မျက်လုံးအိမ်ထဲက မျက်ရစ်လေးနဲ့တူတာကို ရှေ့ပိုင်းမှာကျွန်တော်ရှင်းပြခဲ့ပြီးပါပြီ။ခေါင်းထဲမကျန်တော့ဘူးဆိုရင်ပြန်လှန်ပြီးဖတ်လှဲ့ပါဦး။ပြန်ဖတ်ရမှာပျင်းတဲ့သူတွေအတွက်နည်းနည်းလောက်တော့ပြန်ရှင်းပြပါ့မယ်။ကင်မရာရဲ့ image sensor မျက်နှာပြင်ပေါ်ကျရောက်ရိုက်ခတ်လာမယ့်အလင်းပြင်းအားအနည်း/အများကိုအဲဒီ ires လေးကထိန်းချုပ်ပေးပါတယ်။လူတွေနေပူထဲထွက်ရင်မျက်မှောင်ကျုံ့ပြီးမျက်ရစ်လေးကျဥ်းပေးထားသလို၊အမှောင်ထဲရောက်ပြန်ရင်လည်းမျက်မှောင်ကျုံ့ထားတဲ့ကြွက်သားတွေရှော့လိုက်တာကြောင့်မျက်ရစ်လေးပြန်ကျယ်လာတဲ့လုပ်ငန်းစဉ်ဟာမျက်စေ့ရဲ့မြင်လွှာ(retina)ပေါ်ကျရောက်စေမယ့်အလင်းပြင်းအားကိုလိုအပ်သလောက်သာကျရောက်စေဖို့ထိန်းချုပ်ပေးနေတာဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီပုံစံနဲ့ အလားသဏ္ဌာန်တူလုပ်ငန်းစဉ်မျိုးကိုကင်မရာမှာတော့ camera iris ကတာဝန်ယူပေးပါတယ်။သူ့ကိုမှန်ဘီလူးရဲ့အစိတ်အပိုင်းတစ်ရပ်သဖွယ်တည်ဆောက်ထုတ်လုပ်ထားပြီး၊စက်မှုနည်းစနစ်နဲ့အခြေပြုဒီဇိုင်းချတည်ဆောက်လေ့ရှိပါတယ်။အဲဒီ iris ကိရိယာဟာအလင်းဝင်ပေါက်အကျဉ်း/အကျယ်အားလိုအပ်သလောက်ပုံသေချိန်ထားလို့ရအောင်(manual ဖန်တီးလို့ရအောင်)စီမံတည်ဆောက်ထားတဲ့ဒီဇိုင်းမျိုးအပြင်၊ အလိုအလျောက်အကျဉ်း/အကျယ်ချိန်လို့ရတဲ့ electro-mechanical နည်းစနစ်သုံးဒီဇိုင်းမျိုးလည်းရှိပါတယ်။တကယ်လို့ပြင်းထန်စူးရှတဲ့အလင်းတန်းတစ်ခုဟာ image sensor



ပုံ(၃-၁၆) ကင်မရာမှန်ဘီလူးအတွင်းမှ Iris / Aperture

ပေါ်ကျရောက်တဲ့အခါ မီးလောင်နေတဲ့ရုပ်ပုံရိပ်မျိုးကိုထုတ်လုပ်ပေးပါလိမ့်မယ်။ ဆိုလိုတာကတော့-ရှုခင်းတစ်ခုလုံးဖြူဖွေးနေတဲ့ပုံမျိုး(ဒါမှမဟုတ်)ပုံရဲ့အစိတ်အပိုင်းများအားလုံးပူလွန်းနေတဲ့ပုံမျိုးလို့ဆိုလိုချင်တာပါ။ အဲဒီလိုအခါမျိုးမှာ စူးရှတဲ့အလင်းရောင်ကျရောက်ခြင်းခံနေရတဲ့ အရောင်ရုပ်ပုံရဲ့ဧရိယာအစိတ်အပိုင်းများမှအသေးစိတ်အသွင်အပြင်လေးတွေ(details လေးတွေ)ဟာလည်းလုံးဝဆုံးရှုံးပျောက်ကွယ်နေတာမျိုးတွေ့ရမှာပါ။အဲဒီလိုဖြစ်နေတာကိုကောင်းသွားစေချင်ရင်တော့ iris ကိုကျဉ်းပေး(closing လုပ်ပေး)လိုက်ရပါမယ်။ ဒါနဲ့ဆန့်ကျင်ဖက်ပုံစံဖြစ်တဲ့ image sensor အပေါ်အလွန့်အလွန်နည်းပါးတဲ့အလင်းရောင်လောက်သာကျရောက်တဲ့ဖြစ်စဉ်မျိုးမှာဆိုရင်တော့ ရုပ်ပုံရဲ့တောက်ပတဲ့အစိတ်အပိုင်းလောက်ကိုပဲ မြင်ရမှာဖြစ်ပြီး ကျန်အစိတ်အပိုင်းတွေဟာမမြင်ရပဲ မည်းမှောင်နေတာတွေ့ရပါလိမ့်မယ်။အဲဒီလိုအခါမျိုးမှာတော့-iris ကိုချဲ့ပေး(opening up လုပ်ပေး)ရမှာဖြစ်ပါတယ်။

iris ရဲ့အပေါက် ကျဉ်းခြင်း/ကျယ်ခြင်း လုပ်ငန်းစဉ် (operation) ကို manual နည်းဖြင့်လည်းကောင်း၊ အလိုအလျောက်(automatic)နည်းဖြင့်လည်းကောင်းဆောင်ရွက်နိုင်ပါတယ်။အီလက်ထရွန်းနစ်နည်းစနစ်ဖြင့်အလိုအလျောက်ထိန်းချုပ်တဲ့ auto iris သုံး cameras တွေဟာ CCD ရဲ့ image sensor ပေါ်ကျရောက်ရိုက်ခတ်လာတဲ့အလင်းအနည်း/အများကိုအာရုံခံနမူနာယူပြီး iris ကိုလိုသလို ချဲ့ခြင်း/ကျုံ့ခြင်း. . . စတဲ့ကိစ္စကိုအီလက်ထရွန်းနစ်လျှပ်စီးပတ်လမ်းဖြင့်ဆောင်ရွက်ပါတယ်။အလင်းပြင်းအား ပုံမှန်ပြောင်းလဲနေတတ်တဲ့နေရာမျိုးတွေမှာ auto iris ပါတဲ့ camera ကိုရွေးချယ်အသုံးပြုခြင်းဟာအလွန်လျှော်ကန်တဲ့ဆုံးဖြတ်ရွေးချယ်မှုတစ်ရပ်ဖြစ်ပါတယ်။ပုံ(၃-၁၆)မှာမှန်ဘီလူးနှင့်အတူတပ်ဆင်ထားလေ့ရှိတဲ့ iris (ခေါ်)အလင်းဝင်ပေါက်ငယ်(aperture)ကိုဖော်ပြထားပါတယ်။

3.9.3: Automatic Shutter

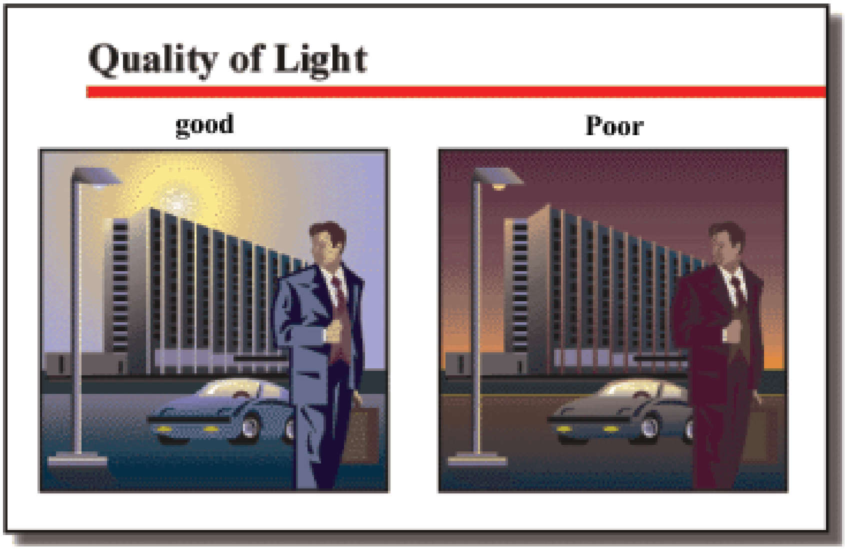
automatic shutter ဟာ အခုနောက်ပိုင်းထွက်လာတဲ့ အဆင့်မြင့်ကင်မရာတွေမှာ flaxibility function တစ်ရပ်သဖွယ်လိုသလိုသုံးလို့ရအောင်ထည့်ပေးထားတဲ့အီလက်ထရွန်းနစ် shutter တစ်ခုဖြစ်ပါတယ်။ရှုခင်းပုံတစ်ပုံကထုတ်ပေးနေတဲ့ပျမ်းမျှအလင်း(ခေါ်)နောက်ခံအလင်းရဲ့အရည်အသွေးကိုစိတ်တိုင်းကျပြုပြင်လိုတဲ့အခါ automatic shutter function ကိုအသုံးပြုပါတယ်။

အဖြူရောင်အလင်း(white light)ရဲ့သဘာဝဟာတကယ်တော့မိုးရွာပြီးစကောင်းကင်မှာတွေ့ရတတ်တဲ့သက်တန့်ရောင်စဉ်(၇)မျိုး(အနီ၊လိမ္မော်၊အဝါ၊အစိမ်း၊အပြာ၊ခရမ်းပြာ၊ခရမ်း. . . စတဲ့အရောင်များ)နဲ့ဖွဲ့စည်းထားတဲ့အလင်းတစ်မျိုးသာဖြစ်ပါတယ်။အလင်းဖြူမှာသက်တန့်ရောင်စဉ်(၇)မျိုးပါဝင်တယ်ဆိုတဲ့အချက်ကိုသုံးမြောင့်ဖန်တုံးစမ်းသပ်ချက်နဲ့သက်သေပြနိုင်တာအခြေခံပညာအထက်တန်းမှာသင်ခဲ့ဖူးကြမှာပါ။ အရောင်တစ်ခုစီမှာ သူနဲ့ဆိုင်တဲ့ လှိုင်းအလျား(wavelength)တစ်ခုစီ သတ်သတ်မှတ်မှတ်ရှိပါတယ်။ ဥပမာ-အနီရောင်ဆိုရင် 700nm ၊ အစိမ်းရောင်ဆိုရင် 550nm ၊ အဝါရောင်ဆိုရင် 590nm ၊ အပြာရောင်ဆိုရင် 470nm ၊ ခရမ်းရောင်ဆိုရင် 380nm . . . စသဖြင့်ပေါ့။နေ့စဉ်ကျွန်တော်တို့တွေမြင်နေရတဲ့ အဖြူရောင်အလင်းတွေအများအပြားရှိပါတယ်။အဲဒီထဲမှာမှနေမှရရှိတဲ့အလင်း(sunlight)ဟာအလွန်သန့်စင်တဲ့သဘာဝအလင်းဖြူတစ်မျိုးလို့ဆိုရမှာပါ။ဘာလို့လဲဆိုတော့နေရောင်ထဲမှာပါဝင်တဲ့-သက်တန့်

ရောင် တစ်ခုစီတို့ရဲ့အလင်းပြင်းအားပမာဏတွေဟာတခုနှင့်တခုအကြမ်းဖျင်းအားဖြင့်တူနေကြလို့ပါပဲ။ လူတို့ဖန်တီးထားတဲ့ အလင်းပင်ရင်းတွေဖြစ်တဲ့ မီးချောင်း၊ တန်စတင်မီးသီး(သို့)ပူပြင်းရောင်မီးသီး၊ ဆိုဒီယမ်ဓါတ်ငွေ့သုံးလမ်းမီး. . . စတဲ့ပစ္စည်းတွေကထုတ်လွှတ်တဲ့အလင်းတွေရဲ့သဘာဝကိုလေ့လာကြည့်တဲ့အခါ အရောင်တစ်ခုစီတို့ရဲ့ပြင်းအားဟာတမျိုးနဲ့တမျိုးမတူညီကြတာတွေ့ရပါတယ်။အဲဒီပစ္စည်းတွေက ထုတ်လွှတ်လိုက်တဲ့အလင်းရဲ့အရည်အသွေးဟာနေမှထုတ်လွှတ်ပေးတဲ့အလင်းရဲ့အရည်အသွေးနဲ့တော်တော်လေးကိုခြားနားပြီးအရည်အသွေးအဆင့်အတန်းအလွန်ပဲ၊ နိမ့်ကျတာကိုတွေ့ရပါတယ်။အဲဒီလိုအရည်အသွေးညံ့ဖျင်းတာကိုလူ့မျက်စိကအလျှဉ်းသင့်သလိုကောင်းမွန်အောင်အလိုအလျောက်လိုက်လံပြုပြင်ပြောင်းလဲပေးနိုင်သော်လည်း(compensated လုပ်ပေးနိုင်သော်လည်း)ရောင်စုံကင်မရာ(color camera)ကတော့အလင်းအရည်အသွေးပြန်ညှိပေးနိုင်တဲ့သီးသန့်လျှပ်စီးပတ်လမ်းမပါပဲ compensated လုပ်ပေးနိုင်စွမ်းမရှိပါဘူး။

အဲဒီလိုအလင်းပင်ရင်းတွေ(လူတို့ဖန်တီးထားတဲ့ပင်ရင်းတွေ)မှထုတ်လုပ်တဲ့အလင်းလှိုင်းအလျားတို့ရဲ့အလင်းပြင်းအားကွာခြားမှုအလွန်ကြီးမားတဲ့အခါရုပ်ပုံရဲ့အရည်အသွေးဟာအတော့်ကိုဆိုးဆိုးဝါးဝါးယုတ်လျှော့ကျဆင်းစေတာကိုတွေ့ရပါတယ်။အဲဒီဖြစ်စဉ်သဘောကိုပုံ(၃-၁၇)မှာပြထားတဲ့color camera နဲ့ရိုက်ထားတဲ့ပုံကိုလေ့လာရင်တွေ့နိုင်ပါတယ်။အလင်းပြင်းအားပမာဏ(light quantity)ယိုယွင်းပြောင်းလဲတာကို auto iris နဲ့ adjust လိုက်လုပ်ပေးသလို၊အလင်းရဲ့အရည်အသွေး (light quality) ကျဆင်းပြောင်းလဲတာကိုတော့ automatic shutter က compensated လုပ်ပေးမှာဖြစ်ပါတယ်။

အဲဒီအချက်ကိုသာဓကအနေနဲ့ရှင်းပြရရင်-လူတို့ဖန်တီးထားတဲ့လမ်းမီးတိုင်ရဲ့အလင်းအောက်မှာရှိတဲ့ မော်တော်ယာဉ်ရပ်နားစခန်းတစ်ခုမှ မော်တော်ယာဉ်ရဲ့ ညဖက်လှုပ်ရှားမှု ရှခင်းပုံရိပ်ကို အဆောက်အဦး



ပုံ(၃-၁၇) အလင်းပင်ရင်း၏ အရည်အသွေးကိုနှိုင်းယှဉ်ပြထားပုံ

ပြင်ပသုံး automatic shutter control ပါတဲ့ကင်မရာတစ်လုံးနဲ့ရိုက်ယူထုတ်ဖော်စေတဲ့အခါနေ့ခင်းဖက် အလင်းရောင်အောက်မှာတွေ့ရတဲ့အရည်အသွေးအတိုင်းအဆင့်မြှင့်တင်ထုတ်ဖော်ပေးနိုင်တာတွေ့ရပါ တယ်။

ကင်မရာထုတ်လုပ်သူတွေဟာအခုအခါမှာ-သူတို့ထုတ်လုပ်တဲ့ကင်မရာတွေကိုဈေးကွက်ဝင်အောင် ကြော်ငြာတဲ့အခါအမှန်တကယ်ဖော်ပြသင့်တဲ့ actual functions တွေအစား **"electronic iris and automatic shutter"**ဆိုတဲ့စကားလုံးအသုံးအနှုန်းမျိုးကို ဈေးကွက်ထိုးဖောက်ရေးလက်နက်သဖွယ်ဦးစား ပေးသုံးလာကြတာတွေ့ရပါတယ်။**"super shutter"**,**"super iris". . .** ဆိုတဲ့စကားလုံးတွေဟာအသုံး များတဲ့ဈေးကွက်ဆွဲဆောင်မှုစကားလုံးတွေဖြစ်ပါတယ်။

တကယ်တော့-automatic iris function ကိုလုပ်ဆောင်တဲ့ alectronic iris နည်းပညာဟာ ကင်မရာရဲ့မှန်ဘီလူးအတွင်းထည့်သွင်းတည်ဆောက်ထားတဲ့နည်းပညာမျိုးမဟုတ်ပဲ၊ camera အတွင်း၌ပင် အခြားလျှပ်စီးပတ်လမ်းများနှင့်အတူပူးပေါင်းထည့်သွင်းတည်ဆောက်ထားတဲ့နည်းပညာဒီဇိုင်းမျိုးဖြစ်ပါ တယ်။ automatic iris lens လုပ်ငန်းစဉ်ကတော့ကင်မရာရဲ့ video signal strength(တနည်း)ဗို့အားကို နမူနာယူပြီး aperture ကိုopen (သို့) closed လုပ်ပေးသည့်တာဝန်ကိုယူတဲ့လုပ်ငန်းစဉ်ဖြစ်တာတွေ့ရ ပါတယ်။အဲဒီစနစ်မှာမှန်ဘီလူးကိုယ်တိုင်ကအသိဉာဏ်ရှိတဲ့စနစ်မျိုးဖြစ်တယ်ဆိုတာသိထားဖို့လိုပါတယ်။ အလိုရှိတဲ့သတင်းအချက်အလက်များ၊အမိန့်များ၊ညွှန်ကြားချက်များအားလုံးကင်မရာအတွင်း၌ပင်တည်ရှိ နေလျှင်ပိုပြီးအဆင်ပြေလိမ့်မည်ဆိုတဲ့စိတ်ကူးအတွေးရရှိလာတာကြောင့်ကင်မရာထုတ်လုပ်သူတွေဟာ electronic iris functions အား camera တွင်း၌ပင် develope လုပ်ဖို့လမ်းစရှာခဲ့ကြရာမှအခုလို အဆင့်ထိရောက်ရှိလာခဲ့တာဖြစ်ပါတယ်။ကင်မရာများတွင်အထူးပါဝင်လာသောအထက်ဖော်ပြပါ feature ကို "dump"auto iris lens ဟူသောအမည်ဖြင့်develop လုပ်ဖို့အတွက် lens ထုတ်လုပ်သူတွေ ဟာ ကင်မရာထုတ်လုပ်သူတို့နှင့်ပူးပေါင်းဆောင်ရွက်ခဲ့ကြပါတယ်။အဲဒီ-ဒီဇိုင်းဟာမော်တာနဲ့ control လုပ် တဲ့ DC lens ဒီဇိုင်းမျိုးဖြစ်ပါတယ်။ iris opening လုပ်ငန်းစဉ်ကို lens မှာမပြုလုပ်ပဲ၊ ကင်မရာမှာလုပ် ရင်ကုန်ကျစရိတ်သက်သာမယ်ဆိုတာကိုထပ်ပြီးတွေ့ခဲ့ပြန်ပါတယ်။

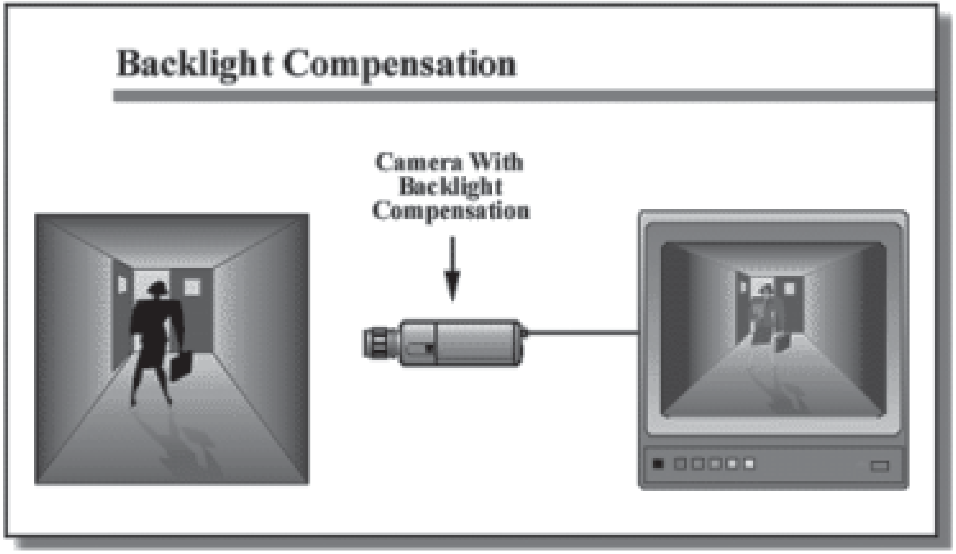
automatic shutter ဟာ auto iris လုပ်ငန်းစဉ်နှင့်ဆောင်ရွက်ပုံသဘောတရားချင်းတူပေမယ့်၊ အဲဒါကို lens မှာတိုက်ရိုက်ထည့်သွင်းထားတာမျိုးမဟုတ်ပါဘူး။ shuttering လုပ်တဲ့ကိစ္စဟာတကယ်တော့ camera ရဲ့ function တစ်ခုပဲဖြစ်ပါတယ်။ပုံမှန်အားဖြင့်ကင်မရာတွေဟာ image တစ်ခုကိုတစ်စက္ကန့်မှာ အကြိမ်ပေါင်း၆၀နှုန်းဖြင့်ရိုက်ယူခြင်း(တနည်း)နမူနာယူခြင်းကိုဆောင်ရွက်ပါတယ်။ဒီလိုဆောင်ရွက်တဲ့ အတွက် 1/60 sec ပမာဏရှိတဲ့ shutter speed ကိုရရှိစေပါတယ်။ camera အတွင်းထည့်သွင်းတည် ဆောက်ထားတဲ့ digital technology ဟာ video signal ကို analyze လုပ်ပြီး၊ လိုအပ်လျှင်တစ်စက္ကန့်၌ အကြိမ်ပေါင်း 100,000 အထိရှိသော sampling rate သို့ရောက်အောင်ပြောင်းလဲပေးနိုင်ပါတယ်။လက်ခံ ရရှိထားတဲ့အလင်းပေါ် မူတည်ပြီး sampling rate ကို digitally မြှင့်တင်ပေးခြင်း(သို့)လျော့ကျစေခြင်း ဖြစ်စေတဲ့အခါမူလထက် ပိုမှောင်(သို့)ပိုလင်းတဲ့ images တွေကိုထုတ်လုပ်ပေးတဲ့အတွက်ရုပ်ပုံရဲ့အရည် အသွေးကိုတိုးမြှင့်ပေးသကဲ့သို့အကျိုးရောက်စေပါတယ်။ဤကား automatic shutter ၏လုပ်ငန်းဆောင် ရွက်ပုံအခြေခံသဘောပင်ဖြစ်ပေတော့သည်။

3.9.4: Backlight Compensation

ရှုခင်းတစ်ခုအတွင်းမှာရှိတဲ့ကျွန်တော်တို့စိတ်ဝင်စားတဲ့ရုပ်ဝတ္ထုနောက်ဖက်မှကင်မရာဆီသို့ပြန်ထုတ်ပေးနေတဲ့အလင်းကို backlight လို့ခေါ်ပါတယ်။automatic iris control ပါတဲ့ကင်မရာတွေမှာအဲဒီ backlight ဟာ အဓိကပြဿနာတစ်ခုဖြစ်နေပါတယ်။ဘာကြောင့်လဲဆိုတော့ရှုခင်းထဲမှာတောက်ပတဲ့ backlightဖြစ်ပေါ်နေတဲ့အခါကင်မရာဟာ acceptable levels ကိုရောက်အောင်မကြာမကြာ adjust လုပ်နေရလို့ဖြစ်ပါတယ်။

နမူနာပုံစံအနေနဲ့ပြောရရင်-ကင်မရာတစ်လုံးကိုမှောင်နေတဲ့ခန်းမလမ်း(hallway)တစ်ခုရဲ့အဆုံးမှာပိတ်ထားတဲ့တံခါးပေါက်တစ်ခုဆီကိုချိန်ထားတယ်လို့ဆိုကြပါစို့။အဲဒီတံခါးပေါက်ဖွင့်ပြီးအထဲကိုတယောက်ယောက်ဝင်လာတဲ့အခါ camera ဟာတံခါးပေါက်နောက်ဖက်မှရုတ်တရက်ဝင်ရောက်လာတဲ့အလင်းပြင်းအားပြောင်းလဲမှုကို compensate လုပ်ဖို့ကြိုးစားပါလိမ့်မယ်။အဲဒီအတွက်ကြောင့်တံခါးပေါက်ရှေ့မှလူရဲ့ရုပ်ပုံဟာအသေးစိတ်အသွင်အပြင်လေးတွေအားနည်းသွားပြီးအရိပ်မဲသဏ္ဍာန်ပုံရိပ်မျိုးကိုသာမြင်ရမှာဖြစ်ပါတယ်။ပုံ(၃-၁၈)တွင်ကြည့်ပါ။တကယ်လို့အဲဒီလူရဲ့နောက်ဖက်မှ backlight ဟာပိုပြီးစူးရှမယ်ဆိုရင်အသေးစိတ်အသွင်အပြင်လေးတွေလုံးဝမတွေ့ရတော့ပဲ၊လုံးဝမဲမှောင်နေတဲ့လူအရိပ်ကိုသာမြင်ရတော့မှာဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီလိုအခြေနေမျိုးကိုပြုပြင်ပေးနိုင်ဖို့အခုခေတ်နောက်ဆုံးပေါ်ကင်မရာတွေမှာ backlight compensation ဆိုပြီးသီးသန့် function ထည့်သွင်းပေးထားပါတယ်။

ကင်မရာအတွင်းမှာ backligh compensation လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ရန်ရှုခင်းတစ်ခုကို sample



ပုံ(၃-၁၈) Backlight compensation မလုပ်ထားပုံနှင့်လုပ်ထားပုံ

ယူပေးတဲ့ camera circuit နှင့်စိတ်ဝင်စားတဲ့ရုပ်ဝတ္ထုပစ္စည်းရဲ့ focus ပြတ်သားမှုရှိ/မရှိအဆုံးအဖြတ်ပြုပေးတဲ့ circuit တို့ကိုအတူတကွတည်ဆောက်ထားပြီး၊ focus ပြတ်သားခြင်းမရှိတဲ့ဝတ္ထုတို့အတွက် light levels ကို optimized လုပ်ပေးတဲ့နည်းနဲ့ backlight compensation အားဆောင်ရွက်ထားစေတာဖြစ်ပါတယ်။

3.9.5: Digital Signal Processing

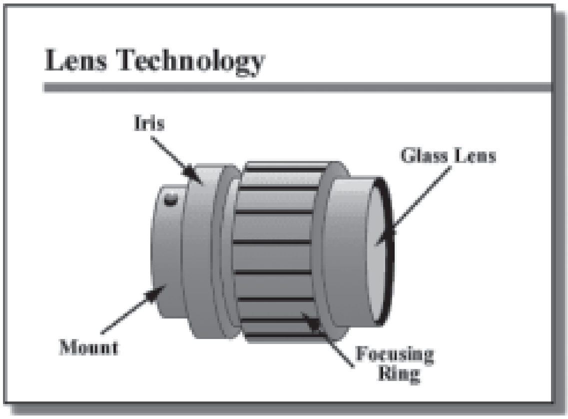
ယနေ့ခေတ်ပေါ်ကင်မရာတွေဟာ digital signal processing(DSP) နည်းပညာလို့ခေါ်တဲ့နောက်ဆုံးပေါ်ဒီဂျစ်တယ်အချက်ပြနည်းပညာကိုအသုံးများလာကြတာတွေ့ရပါတယ်။ DSP နည်းပညာနဲ့တည်ဆောက်ထားတဲ့ circuit တွေဟာ video signal ဆိုင်ရာအခြေခံအစိတ်အပိုင်း(elements)လေးတွေကိုမြှင့်တင်ခြင်း(သို့)အခြေခိုင်စေခြင်း. . . စတဲ့အကြောင်းတရားတွေအပေါ်အဆင့်မြှင့်ထားတာကြောင့် အဲဒီ signal ကို monitor ဆီပို့လွှတ်ပုံဖော်စေတဲ့အခါရုပ်ပုံတစ်ခုလုံးစာရဲ့အရည်အသွေးဟာ အထူးပဲ၊ ကောင်းမွန်တိုးတက်ရရှိတာတွေ့ရပါတယ်။DSPနည်းပညာဟာအလင်းပြင်းအားအလွန်နည်းပါးတဲ့ image တို့ရဲ့အရည်အသွေးကိုမြှင့်တင်တဲ့နေရာမှာအလွန်အသုံးတည့်အဖိုးတန်လှပါတယ်။ ဒါ့အပြင် အဲဒီလို digital သင်္ကေတန်အသွင်ပြောင်းထားတဲ့ video signal ကို standard transmission mediums တွေအသုံးပြုပြီး standard analog video signal အတွက်ပြဌာန်းသတ်မှတ်ထားတဲ့စံချိန်စံညွှန်းအဆင့်အတန်းထက်မလျော့ကျစေပဲ၊ အလွန်ဝေးလံလှတဲ့အရပ်ဒေသတွေအထိရောက်အောင်ပို့ဆောင်တဲ့နေရာမှာလည်းအလွန်ထိရောက်တာတွေ့ရပါတယ်။

3.10: Lens Technology

အခုရှင်းပြမယ့်သင်ခန်းစာမှာအောက်ဖော်ပြပါခေါင်းစဉ်များနဲ့ဆိုင်တဲ့အကြောင်းအရာတွေကိုဆွေးနွေးပို့ချပေးသွားမှာဖြစ်ပါတယ်။

- **Lens Technology**
- **Mounts**
- **Focal Length**
- **Lens Selection**

3.10.1: Lens Technology



(က) Lens တစ်ခုတွင်ပါဝင်လေ့ရှိသော အထောက်အကူပြုအစိတ်အပိုင်းများ

(ခ) အသုံးများသော Lens နမူနာများ

ပုံ(၃-၁၉) မှန်ဘီလူးတစ်ခု၏ အခြေခံအစိတ်အပိုင်းများနှင့်အသုံးများသောမှန်ဘီလူးနမူနာများ

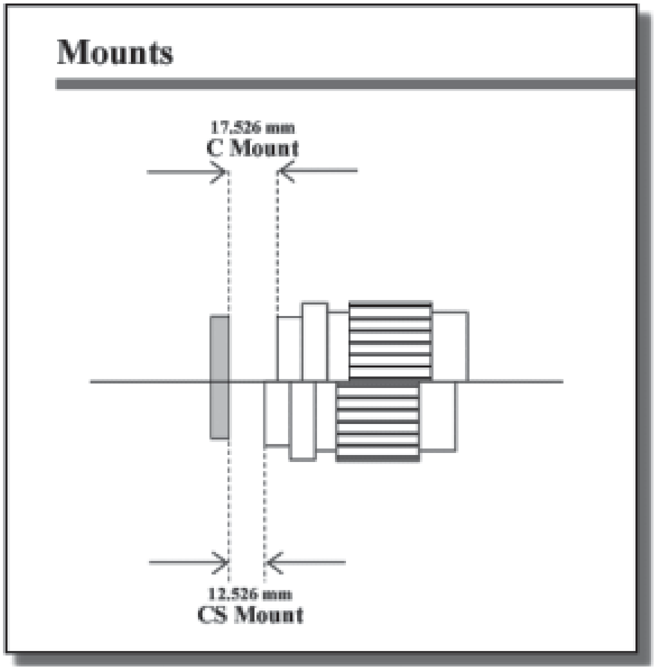
video images တွေဖြစ်လာအောင်ဖန်တီးတဲ့နေရာမှာ lens ဟာမရှိမဖြစ် အဓိကဇတ်ကောင်တစ်ခုဖြစ်တယ်ဆိုတာသိထားကြပြီလို့ထင်ပါတယ်။ကင်မရာမှန်ဘီလူးဟာလူ့မျက်လုံးအိမ်ထဲမှာရှိတဲ့ကြွက်သားမှန်ဘီလူးလေးနဲ့တော်တော်လေးတူပါတယ်။၎င်းဟာ image sensor ပေါ်ကျရောက်ရိုက်ခတ်လာမယ့် အလင်းအနည်း/အများကိုထိန်းချုပ်ပြီးဖမ်းယူလိုတဲ့အရာဝတ္ထုတွေ(intrested objects)ကိုပြတ်သားစွာမြင်ရအောင်(in focus ပြတ်သားအောင်)ပြုလုပ်ပေးပါတယ်။ image sensor ဟာ မျက်စိအတွင်းမှမြင်လွှာ(retina)နဲ့အလုပ်လုပ်ပုံသဘောတရားချင်းတူပါတယ်။

image sensor မှာပေါ်နေတဲ့ပုံရိပ်အစိတ်အပိုင်းရဲ့ focus ပြတ်သားမှု ရှိခြင်း/မရှိခြင်း၊ ဖမ်းယူလိုတဲ့အရာဝတ္ထုတို့ရဲ့အရွယ်အစားကျုံ့ခြင်း/ချဲ့ခြင်း(magnification)၊ image sensor ပေါ်သို့ကျရောက်လာမယ့် အလင်းပမာဏနည်းခြင်း/များခြင်း. . . ဆိုတဲ့အကြောင်းတရားတွေဟာကင်မရာမှာပါတဲ့ lens ရဲ့ characteristics နဲ့ပတ်သက်နေပါတယ်။

lens ထုတ်လုပ်သူတွေဟာအများအားဖြင့် 1" , 2/3" , 1/2" , 1/3". . . အရွယ်ရှိတဲ့ image sensors တွေနဲ့တွဲသုံးလို့ရတဲ့ lens တွေကိုထုတ်လုပ်လေ့ရှိပါတယ်။ lens တွေမှာတွေ့ရလေ့ရှိတဲ့ အခြေခံအစိတ်အပိုင်းတွေကိုပုံ(၃-၁၉-က)မှာဖော်ပြပေးထားပါတယ်။များသောအားဖြင့် lens ပုံစံကိုသစ်သားရေစည်ပုံ ဗိုက်ပူပူဒီဇိုင်းမျိုးဖြင့်ထုတ်လုပ်လေ့ရှိပြီး၊အထဲမှာ-မှန်ဘီလူး(lens)တစ်လုံး(သို့မဟုတ်)တစ်လုံးထက်ပို၍သော်လည်းကောင်း၊တပ်ဆင်ကွင်း(mount)တစ်ကွင်းဖြင့်လည်းကောင်း၊ iris (or)aperture တစ်ခုထည့်သွင်း၍သော်လည်းကောင်း. . . တည်ဆောက်လေ့ရှိပါတယ်။ပြင်ပမှမလိုအပ်တဲ့အလင်းတန်းတွေ image sensor ပေါ်မကျရောက်အောင် မှန်ဘီလူးကို ဗိုက်ဖောင်းနေတဲ့သစ်သားရေစည်ပုံ ဖြင့်ပြုလုပ်ကာကွယ်ထားတာဖြစ်ပါတယ်။ဒါ့တင်မကသေးပါဘူး၊မှန်ဘီလူးကို ကင်မရာမှာတပ်ဆင်တဲ့အခါမှာလည်းအဆင်ပြေလွယ်ကူစေပါတယ်။အဲဒီအထဲမှာ lens ကို adjust လုပ်နိုင်အောင် စက်မှုအစိတ်အပိုင်းများလည်းထည့်သွင်းထားပါတယ်။ဖန်ဖြင့်ပြုလုပ်ထားတဲ့ lens ဟာပုံရိပ်ရဲ့ဧရိယာ၊အရွယ်အစား၊ပုံပန်းသဏ္ဍာန်နှင့်ရုပ်ပုံပြတ်သားမှု(focus). . . စတဲ့အချက်တွေကိုပံ့ပိုးပေးပါတယ်။ရှေ့ပိုင်းမှာရှင်းပြခဲ့တဲ့ iris (aperture လို့လည်းခေါ်)ကတော့ image sensor ပေါ်ကျရောက်မယ့်အလင်းပြင်းအားပမာဏအနည်း/အများကိုထိန်းချုပ်ပေးပါတယ်။

3.10.2: Mounts

CCTV ကင်မရာတွေထုတ်တဲ့အခါ camera နှင့် lens ကိုသပ်သပ်စီခွဲထုတ်လေ့ရှိပါတယ်။အဲဒီလိုထုတ်လုပ်တဲ့နေရာမှာ- camera နှင့် lens တပ်ဆင်တဲ့အခါ စံပုံစံတစ်ရပ်အနေနဲ့တသမတ်တည်းရှိစေဖို့တပ်ဆင်မှုပုံစံဒီဇိုင်း၂မျိုးနဲ့စံပြုထုတ်လုပ်ပါတယ်။အဲဒီလိုပုံစံသတ်မှတ်ထုတ်လုပ်တာကို"**mount**" လို့ခေါ်ပါတယ်။C - mount နှင့် CS-mount ဆိုပြီး ဒီဇိုင်း၂မျိုးရှိပါတယ်။C-mount အမျိုးအစားကိုဆယ်စုနှစ်ပေါင်းများစွာစွဲစွဲမြဲမြဲစံထားသုံးစွဲခဲ့ကြပါတယ်။နောက်ပိုင်းခရီးဆောင်အပေါ့စားကင်မရာတွေပေါ်လာတဲ့အခါအရွယ်အစားသေးငယ်လာတဲ့ image size တွေအတွက်သုံးဖို့ဆိုပြီး၊ C-mount ထက်ငယ်တဲ့ CS-mount (Closed Set mount)ကို အစားထိုးထုတ်လုပ်လာကြပါတယ်။ပုံ(၃-၂၀)ကိုကြည့်ပါ။CS-mount lens ဟာC-mount lens ထက်မှန်ဘီလူးရဲ့နောက်ဖက်နှုတ်ခမ်းစွန်း(back flange)နှင့် image sensor တို့ဟာ 5mm ခန့်ပိုနီးနေတာတွေတယ်မဟုတ်လား။အဲဒီအချက်ကြောင့် CS-mount lens အမျိုးအစားတပ်သုံးရတဲ့၊ကင်မရာတွေကို C-mount ကင်မရာတွေမှာသုံးတဲ့အခါadaptor(mount အမျိုးအစားပြောင်းတဲ့ပစ္စည်း)ခံပြီး၊ပြောင်းသုံးနိုင်ပေမယ့်C-mount တပ်သုံးရတဲ့ကင်မရာတွေကိုတော့အဲဒီလို

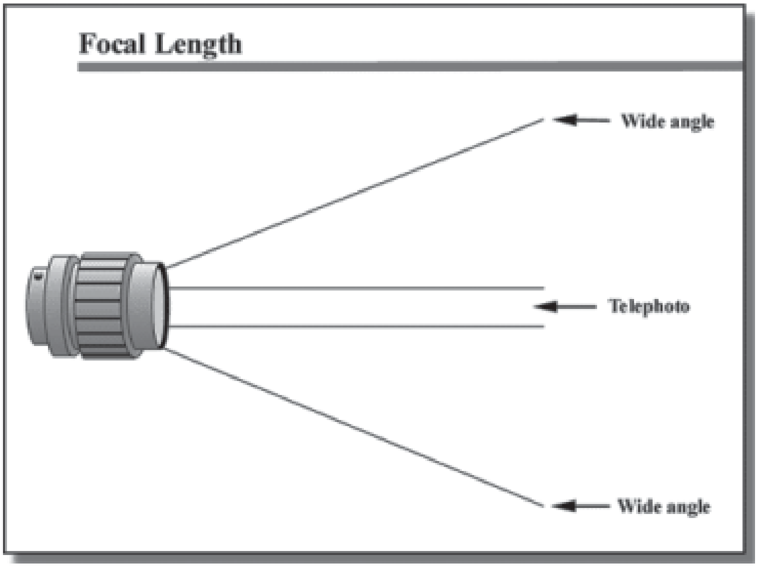


ပုံ(၃-၂၀) CS mount နှင့် C mount ၂ မျိုးကွာခြားချက်ပြထားပုံ

adaptor ခံသုံးလို့မရဘူးဆိုတာသတိပြုရပါမယ်။အနှစ်ချုပ်သိထားသင့်တဲ့အချက်ကတော့ CS-mount lens ရဲ့စျေးနှုန်းဟာ C-mount lens တွေထက်ပိုမြင့်မယ်ဆိုတဲ့အချက်ပဲ ဖြစ်ပါတယ်။C နှင့် CS-mount မှားတပ်ထားရင် focus out တဲ့ပြစ်ချက်မျိုးရုပ်ပုံကြည်လင်ပြတ်သားမှုမရှိပဲ ဝါးနေတာတွေ့ရပါလိမ့်မယ်။ မမှားအောင်အထူးသတိပြုသုံးစွဲပါ။

3.10.3: Focal Lens

lens အမျိုးအစားရွေးချယ်တဲ့အခါမှန်ဘီလူးရဲ့ဆုံတာ(focal length)အတို/အရှည်ကိုကြည့်ပြီး ရွေးချယ်လေ့ရှိပါတယ်။ဒါတင်မကသေးပါဘူး iris(aperture)opening အကျဉ်း/အကျယ်ကိုကြည့်ပြီး တော့လည်းခွဲခြားတတ်ပါသေးတယ်။focal length (fl)ဆိုတာကတော့ မှန်ဘီလူးရဲ့ဗဟိုမှတ်မှ image sensor အထိထောင့်မတ်ကျတည့်တည့်တိုင်းတဲ့ အကွာဝေးကိုဆိုလိုတာဖြစ်ပါတယ်။မှန်ဘီလူးထုတ်လုပ်သူ တွေဟာ focal lengthအတိုင်းအတာကို မီလီမီတာ(mm)ယူနစ်ဖြင့်သတ်မှတ်ထုတ်လုပ်ပါတယ်။focal length ဟာအရေးကြီးတဲ့သတ်မှတ်ချက်တစ်ခုဖြစ်တာမို့ဂရုပြုမှတ်သားဖို့လိုပါတယ်။ focal length တန်ဖိုး ပေါ် မူတည်ပြီး၊ မှန်ဘီလူးတွေကို-**ပုံမှန်(Normal)**မှန်ဘီလူး၊**မြင်ကွင်းကျယ်(Wide angle)**မှန်ဘီလူးနှင့် **မြင်ကွင်းကျဉ်း(သို့)အဝေးဆွဲကြည့်(Telephoto)**မှန်ဘီလူး. . . ဆိုပြီးသတ်မှတ်ထုတ်လုပ်ကြပါတယ်။



ပုံ(၃-၂၁) Lens ၏ Focal length နှင့်ဆက်စပ်နေသော Telephoto and wide angle view

ပုံစံအနေနဲ့ဖော်ပြရရင်-1/3 in format camera တစ်လုံးမှာတပ်ထားတဲ့ 8mm fl ရှိမှန်ဘီလူးဟာ wide angle lens အမျိုးအစားဖြစ်တယ်ဆိုတာတွေ့ရပါတယ်။အဲဒီမှန်ဘီလူးနဲ့ကြည့်တဲ့အခါမြင်ကွင်းကျယ်ကျယ် မြင်ရမှာဖြစ်ပါတယ်။တကယ်လို့အဲဒီကင်မရာမှာ1000mm fl ရှိမှန်ဘီလူးတပ်လိုက်မယ်ဆိုရင် telephoto ဖြစ်သွားတာကြောင့်မြင်ကွင်းကျဉ်းကျဉ်းပဲ၊တွေ့ရမှာဖြစ်တဲ့အပြင်၊ ရှုခင်းအတွင်းမှအရာဝတ္ထုများမှာလည်း တော်တော်လေးအကြီးချဲ့ထားတဲ့(magnified objects)ရုပ်ပုံတွေသဏ္ဍာန်တွေ့ရမှာဖြစ်ပါတယ်။focal length ရှည်လေ၊ magnification များလာလေဖြစ်မယ်ဆိုတာသတိပြုမှတ်ကြစေလိုပါတယ်။

Zoom မှန်ဘီလူးတွေဟာအမှန်တကယ်တော့ focal length အမျိုးမျိုးပြောင်းပေးလို့ရတဲ့ မှန်ဘီလူးမျိုးတွေဖြစ်တယ်ဆိုတာသိထားဖို့လိုပါတယ်။ပုံ(၃-၂၁)မှာ focal length နှင့်ဆက်စပ်နေတဲ့ telephoto နှင့် wide view တို့ကိုဖော်ပြထားပါတယ်။

CCTV installation designing လုပ်တဲ့အခါအဓိကလည်းကျ၊တစ်ခုနှင့်တစ်ခုလည်းဆက် နွှယ်ပတ်သက်နေတဲ့အရေးအကြီးဆုံးအချက်၃ချက်ရှိပါတယ်။အဲဒီအချက်တွေအနက်အဓိကအကျဆုံး ကတော့**"focal length စဉ်းစားခြင်း"** ဖြစ်ပါတယ်။ကျန်တဲ့အချက်နှစ်ချက်ကတော့**"ကင်မရာထားရှိ မယ့်နေရာ(camera placement)ရွေးချယ်ခြင်း"**နှင့်**"ကင်မရာအတွင်းသွင်းယူမယ့်မြင်ကွင်း (desired field of view)သွတ်သွင်းခြင်း"**တို့ဖြစ်ကြပါတယ်။အဲဒီအချက်သုံးချက်ဟာတစ်ခုနဲ့တစ်ခုဆက် နွှယ်နေတာကြောင့်တစ်ခုအပြောင်းအလဲလုပ်လျှင် ကျန်အချက်နှစ်ခုအနက်တစ်ခုခုကိုလည်းလိုက်ပြောင်း ပေးဖို့လိုကြောင်းသတိပြုရပါတယ်။ဥပမာ-ပုံဖမ်းလိုတဲ့ဧရိယာနှင့်ကင်မရာရဲ့အကွာအဝေးကိုမူလနေရာ ထက်ပိုပြီးဝေးတဲ့နေရာသို့ပြောင်းရွှေ့တပ်ဆင်လိုက်တဲ့အခါဖြစ်စေ၊မှန်ဘီလူးရဲ့ focal length ကို မူလတန်ဖိုး ထက်တိုအောင်လျှော့ပေးလိုက်တဲ့အခါဖြစ်စေ၊အဲဒီအခါမှာကင်မရာမှရိုက်ထည့်ပေးလိုက်မယ့်မြင်ကွင်း (field of view)အတွင်းမှရုပ်ဝတ္ထုတို့ရဲ့အရွယ်အစားဟာမူလထက်ပိုပြီးသေးကျုံ့သွားကြမှာဖြစ်ပေမယ့် လည်း၊ကင်မရာရိုက်ထည့်ပေးနိုင်တဲ့မြင်ကွင်းပိုကျယ်ပြန့်လာတာတွေ့ရပါလိမ့်မယ်။တနည်းဖြင့်ဆိုရရင်- ရိုက်လိုတဲ့ရှုခင်းဧရိယာနှင့်ကင်မရာရဲ့အကွာအဝေးကိုမူလထက်နီးပေးလိုက်ရင်ဖြစ်စေ၊ဒါမှမဟုတ်မှန်ဘီလူးရဲ့ focal length ကို မူလထက်ရှည်ပေးတဲ့အခါမှာဖြစ်စေ၊ ဒီအခါမှာကင်မရာမြင်ကွင်း(field of view) အတွင်းမှအရာဝတ္ထုတို့ရဲ့ပုံအရွယ်အစားဟာပိုကြီးလာပြီး ကင်မရာရိုက်နိုင်တဲ့မြင်ကွင်းကျဉ်းသွား(reduced ဖြစ်သွား)တာတွေ့ရမှာပါ။

ကင်မရာအတွင်းမှ image sensor မျက်နှာပြင်ပေါ်ကျရောက်မယ့်အလင်းပြင်းအားအနည်း/ အများ adjuat လုပ်ပေးတဲ့တာဝန်ကို မှန်ဘီလူးနဲ့တွဲထားတဲ့ iris(aperture)က တာဝန်ယူပေးထားတယ် ဆိုတာရှေ့ပိုင်းသင်ခန်းစာမှာရှင်းပြခဲ့ပြီးပါပြီ။တချို့ကင်မရာတွေဟာ ပုံသေ aperture ဖြင့်ဒီဇိုင်းချတည် ဆောက်ထားပေမယ့်၊အချို့ကင်မရာတွေကတော့ မှန်ဘီလူးကိုယ်ထည်ပေါ်မှာလှည့်ချိန်လို့ရအောင်ကွင်းငယ် လေးတစ်ခုထည့်ပေးထားတတ်ပါတယ်။aperture control ကို manually ဖြင့်သော်လည်းကောင်း၊ automatic အားဖြင့်သော်လည်းကောင်း၊ဆောင်ရွက်နိုင်အောင်စီစဉ်ထားပါတယ်။ဒါ့အပြင်အချို့ကင်မရာ တွေမှာ operator အားအဝေးမှထိန်းချုပ်နိုင်လို့ရအောင်အထူးစီမံတည်ဆောက်ထားတတ်ပါတယ်။aperture opening ကို f-stops ဖြင့်ဖော်ပြတတ်ပါတယ်။f-stop တန်ဖိုးငယ်လေ၊ aperture opening များလေ၊ ဖြစ်တဲ့အတွက်မှန်ဘီလူးအတွင်း၊ အလင်းဖြတ်သန်းဝင်ရောက်ခြင်းကိုပိုမိုခွင့်ပြုမှာဖြစ်ပါတယ်။

အပြန်အလှန်အားဖြင့် f-stop တန်ဖိုးကြီးလေ၊ aperture opening ငယ်လေ၊ ဖြစ်စေတာကြောင့်မှန်ဘီလူးအတွင်းသို့အလင်းဖြတ်သန်းမှုနည်းပါးစေမည်ဖြစ်ပါတယ်။aperture opening ကို speed ဟုလည်းသုံးနှုန်းခေါ်ဝေါ်တတ်ကြပါသေးတယ်။fast lens သည် slow lens ထက်လျှင်မြန်တဲ့လှုပ်ရှားရုပ်ပုံများအပေါ်ပိုပြီးအာရုံခံနိုင်စွမ်းရှိတာကိုသတိပြုဖို့လိုပါတယ်။

3.10.4: Optical Zoom and Digital Zoom

ကင်မရာသမား(camera man)တစ်ယောက်(ဒါမှမဟုတ်)ကွန်ပျူတာသမားတစ်ယောက်ဟာ Zoom ဆိုတဲ့ဝေါ်ဟာရနဲ့လုပ်ငန်းစဉ်ကိုမလွဲမသွေတွေ့ကြုံရမှာအမှန်ပါပဲ။ရှုခင်းရုပ်ပုံတစ်ခုကိုအနီး-အဝေးဆွဲကြည့်တာကို Zoom ဆွဲတယ်လို့ခေါ်ပါတယ်။ကိုယ့်အနီးအနားကိုရောက်လာအောင်အနီးကပ်ဆွဲကြည့်တာကို Zoom- in လို့ခေါ်ပြီး၊ရှုခင်းတစ်ရပ်လုံးခြုံငုံသုံးသပ်ကြည့်လို့ရအောင်နောက်ပြန်ဆုတ်ကြည့်တာကိုတော့ Zoom-out လို့ခေါ်ပါတယ်။အများအားဖြင့် Zoom-in ကိုအပေါင်းလက္ခဏာလေးတပ်ထားတဲ့မှန်ဘီလူးလေးနဲ့ကိုယ်စားပြုပြီး၊ Zoom-out ကိုတော့အနှုတ်လက္ခဏာတပ်ထားတဲ့မှန်ဘီလူးပုံလေးနဲ့ကိုယ်စားပြုဖော်ပြကြတာတွေ့ရပါတယ်။

■ **Optical Zoom-** မှန်ဘီလူးတစ်လုံးရဲ့ focal length အား အမှန်တကယ်ဆန့်ထုတ်နိုင်တဲ့လုပ်ငန်းစဉ်ကို optical zoom လို့ခေါ်ပါတယ်။မှန်ဘီလူးကို ကင်မရာကိုယ်ထည်အတွင်းရှိ image sensor နှင့်ဝေးရာဖက်ဆီသို့ရွှေ့ပေးတဲ့အခါရှုခင်းပုံရိပ်ရဲ့သေးငယ်တဲ့အစိတ်အပိုင်းမျှသာ image sensor ပေါ်ကျရောက်နိုင်တော့မှာဖြစ်တဲ့အတွက် zoom များလာတယ်လို့ခေါ်ပါတယ်။ဒီအခါမှာ-ပုံရိပ်ကို ပုံကြီးချဲ့ထားသလိုမျိုး (magnification သဏ္ဍာန်)မြင်ရမှာဖြစ်ပါတယ်။ဒီဂျစ်တယ်ကင်မရာတချို့မှာ optical zoom အသုံးပြုတဲ့အခါ zoom ညက်ညောမှုရှိတာကိုတွေ့ရပါတယ်။ဆိုလိုတာကတော့တစိတ်တပိုင်း zoom လုပ်ဖို့အတွက် zoomတာတခုလုံးရဲ့ဘယ်နေရာမှာပဲရပ်လိုက်သည်ဖြစ်စေ၊ zoom ညက်ညောနေမှာပါပဲ။တခုတော့ရှိပါတယ်။partial zoom အနေအထားအတိုင်းအဆဟာများသောအားဖြင့်သာမန်မှန်ဘီလူးတွေမှာ(၄)ဆမှ(၇)ဆအကြားအထိသာကန့်သတ်ထားပါတယ်။

■ **Digital Zoom-** ဒီဂျစ်တယ်ကင်မရာတစ်လုံးမှာပါတဲ့ digital zoom လုပ်ငန်းဟာကင်မရာရိုက်ကူးမှုအခြေအနေတော်တော်များများအောက်မှာ-ရှင်းရှင်းပြောရရင်သိပ်ပြီးသုံးစားလို့တော့မရပါဘူး။digital zoom technology ဟာကင်မရာတလုံးနဲ့ရိုက်ထားတဲ့ဓါတ်ပုံတစ်ပုံကိုလှီးဖြတ်ပုံကြီးချဲ့ပြီး၊ပကတိအစစ်အမှန်မဟုတ်တဲ့အနီးကပ်ဓါတ်ပုံတစ်ပုံကိုဖန်တီးတဲ့အခါအသုံးပြုဖို့ထည့်ပေးထားတဲ့ function တစ်ခုမျှသာဖြစ်ပါတယ်။ဒီလုပ်ငန်းစဉ်ကြောင့်သပ်သပ်စီရှိနေတဲ့ pixels လေးများတစ်ခုစီကိုဖယ်ရှားပစ်ခြင်း(သို့မဟုတ်)ချဲ့ကားစေခြင်းဖြစ်စေတာကြောင့်ရုပ်ပုံရဲ့အရည်အသွေးအဆင့်အတန်းကိုယုတ်လျော့ကျဆင်းစေတတ်ပါတယ်။

စာဖတ်သူတို့ရိုက်ထားတဲ့ဓါတ်ပုံတစ်ပုံကိုကွန်ပျူတာတစ်လုံးပေါ်မှာ photo-editing software

ဖြင့် digital zoom နဲ့တူတဲ့ functions မျိုးကိုမကြာခဏ perform လုပ်ဖူးကြမယ်လို့ထင်ပါတယ်။တကယ် လို့စာဖတ်သူတို့မှာအဲဒီလိုလုပ်ဖို့အချိန်မရတဲ့အခါပဲဖြစ်ဖြစ်၊ photoediting software မရှိတဲ့အခါမှာပဲ ဖြစ်ဖြစ်၊ဓါတ်ပုံကို high resolution ဖြင့်ရိုက်ပြီး၊ pixels လေးတွေကိုဖယ်ရှားခြင်း၊ဖြတ်တောက်ခြင်းတွေပြု လုပ်ကာ၊ပကတိအစစ်အမှန်မဟုတ်တဲ့အနီးကပ်ဓါတ်ပုံတစ်ပုံကို lower resolution ဖြင့်ဖန်တီးလို့ရအောင်၊ ဒီဂျစ်တယ်ကင်မရာတွေမှာ digital zoom function ထည့်ပေးထားတာဖြစ်ပါတယ်။ အချို့အခြေအနေ တွေမှာဆိုရင်digital zoom ကိုအသုံးပြုဆောင်ရွက်နိုင်ဖို့ကန့်သတ်ချက်တွေရှိနေတာတွေ့ရပါတယ်။

■ **Zoom Measurement-** digital cameraတစ်လုံးရဲ့ specificationsတွေကိုကြည့်ရင်optical နှင့်digital zoom လုပ်ငန်း၂မျိုးစလုံးအတွက်ဂဏန်းတလုံးနှင့်"x"ဆိုတဲ့ အက္ခရာတလုံးကိုရေးထားပေးတာတွေ့ရပါမယ်။ဥပမာ-3x,10x. . . စသဖြင့်ပေါ့။ဂဏန်းကြီးလေ၊ချဲ့နိုင်စွမ်း ပိုကောင်းလေဆိုတာသိထားရပါမယ်။

optical zoom measurement 10x လို့ရေးထားတဲ့ကင်မရာတိုင်းဟာအားလုံးအတူတူပဲ၊ချဲ့ လိမ့်မယ်လို့မယူဆပါနဲ့။ထုတ်လုပ်သူတွေဟာ optical zoom ကိုတိုင်းတဲ့အခါ lens ရဲ့ဆောင်ရွက်နိုင် စွမ်းရှိတဲ့အစွန်းတဖက်မှအခြားအစွန်းတဖက်ဆီသို့တိုင်းရတန်ဖိုးဖြင့်သတ်မှတ်ဖော်ပြလေ့ရှိကြပါတယ်။ တနည်းပြောရရင်မြှောက်ဖော်ကိန်း(multiplier)ဟာ lens ရဲ့အများဆုံးနှင့်အနည်းဆုံးအကြားခြားနားချက် သာဖြစ်ပါတယ်။ဥပမာ-အနည်းဆုံးချဲ့နိုင်မှုအကျိုးတူတန်ဖိုး(minimum magnification equivalent) ရှိတဲ့ဒီဂျစ်တယ်ကင်မရာတလုံးမှာ optical zoom 10x လို့ရေးထားတဲ့အဓိပ္ပါယ်ဟာ maximum zoom- 350mm အထိချဲ့ပေးလိမ့်မယ်လို့ဆိုလိုတာဖြစ်ပါတယ်။ဒါပေမယ့်အနည်းဆုံး 8mm equivalent ရှိတဲ့ ဒီဂျစ်တယ်ကင်မရာတလုံးမှာ10x optical zoom အပြင်နောက်ထပ်အပိုဆောင်းစွမ်းရည်တစ်ရပ်ဖြစ်တဲ့ မြင်ကွင်းကျယ်ဆောင်ရွက်နိုင်စွမ်း(wide-angle capabilities)တရပ်ရှိတယ်လို့ရေးထားခဲ့မယ်ဆိုရင်- maximum zoom ကို 280mm အထိချဲ့ပေးလိမ့်မယ်လို့နားလည်ထားရပါမယ်။

zoom range ကို camera ၏ specifications တွေမှာ"35mm film equivalent:28mm to 280mm" နှင့်တူတဲ့ format ဖြင့်ဖော်ပြပေးထားတတ်ပါတယ်။ များသောအားဖြင့် 50mm lens measurement ကို magnification နှင့် wide angle capability ရှိသောပုံမှန်အဖြစ်သတ်မှတ်ယူဆကြ ပါတယ်။

3.10.5: Lens Selection

lens ရွေးချယ်အသုံးပြုတော့မယ်ဆိုရင်အောက်ပါအချက် ၄ချက်အပေါ်မူတည်ပြီးစဉ်းစားရွေးချယ် ရမှာဖြစ်ပါတယ်။

- **Camera format**
- **Mount format**

- **Distance from subject to image sensor**
- **High and/or width of scene**

Camera format နဲ့ **Mount format** တို့ဟာဝက်အူနဲ့မူလီ(nuts & bolts)တို့လိုပါပဲ။ တခုနဲ့တခုဒွန်တွဲနေတဲ့အချင်းအရာတွေဖြစ်ကြပါတယ်။**camera format** ဟာ image sensor အရွယ်အစားနဲ့ဆိုင်ပြီး၊ C (or) CS ဆိုပြီးသတ်မှတ်ထားတဲ့ **mount format** ဟာလည်းတနည်းအားဖြင့် image sensor အရွယ်အစားအလိုက်အသုံးပြုရတာပဲဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီအချက်နှစ်ချက်ဟာ CCTV system တစ်ခုကို design လုပ်တော့မယ်ဆိုရင်၊ဦးဆုံးစဉ်းစားရမယ့်အချက်နှစ်ချက်ဖြစ်ပါတယ်။

နောက်ထပ်အရေးပါတဲ့အချက်နှစ်ချက်ကတော့**"ကင်မရာထံမှရိုက်ကွင်းအတွင်းရှိရုပ်ဝတ္ထုဆီသို့အကွာအဝေး(distance to subject)"**နှင့်**"စိတ်ဝင်စားတဲ့ရိုက်ကွင်းရဲ့အကျယ်အဝန်း(size of field of interest)"**ဆိုတဲ့အချက်တွေဖြစ်ကြပါတယ်။အဲဒီအချက်တွေအပေါ် မူတည်ပြီး lens တွေကိုရွေးတဲ့အခါ camera format size နှင့် mount အမျိုးအစား၂မျိုးစလုံးကိုက်ညီမှုရှိပြီးသား camera နဲ့အံဝင်ဂွင်ကျဖြစ်ဖို့ဆိုတာလည်းအရေးကြီးပါတယ်။ဒီအချက်ဟာ lens နှင့် camera ၂မျိုးစလုံးဝယ်ရမယ့်အချိန်မှာရွေးချယ်ရမှာဖြစ်ပေမယ့်၊ရှိပြီးသား camera အတွက်မှန်ဘီလူးအသစ်တလုံးဝယ်တော့မယ်ဆိုရင်ရှိပြီးသားကင်မရာနဲ့အံဝင်ခွင်ကျဖြစ်မယ့် lens ကိုပဲ၊ဝယ်ရတော့မယ်ဆိုတာသတိပြုစေချင်ပါတယ်။ requirements of distance နှင့် fields of view size ကိုက်ညီတဲ့ lens တလုံးဟာ mount နှင့် camera format တခုစီအနေနဲ့လည်းကိုက်ညီမှုရှိဖို့လိုပါသေးတယ်။

3.11: Light Considerations

- **Light Source Comparison**
- **Reflected Light**

3.11.1: Light Source Comperison

camera ရဲ့ performance အပေါ်မှာသက်ရောက်မှုရှိတဲ့အလင်းနဲ့ဆိုင်တဲ့ အချက်နှစ်ချက်ကိုလည်းသတိပြုသင့်ပါသေးတယ်။အဲဒီအချက်တွေကတော့-

- **အလင်းရဲ့ပမာဏ (quantity)**
- **အလင်းရဲ့အရည်အသွေး(quality). . .** တို့ဖြစ်ပါတယ်။

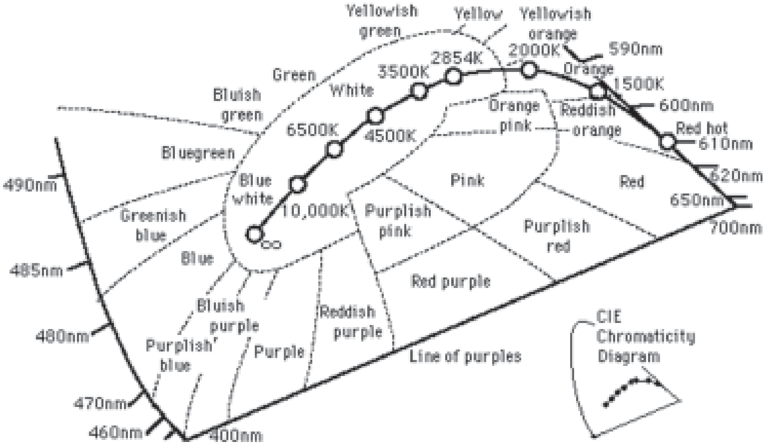
အလင်းရဲ့ပမာဏအနည်း/အများ(quantity)အလိုက်ရုပ်ပုံအရည်အသွေးကွာခြားနိုင်တယ်ဆိုတဲ့အချက်ဟာသိသာထင်ရှားလှပါတယ်။အလင်းဖြန့်ဖြူးမှုညီညာတဲ့အလင်းပင်ရင်းနဲ့သင့်တင့်လျှောက်ပတ်တဲ့

Light Source

Lamp Type	Lumens Per Watt	Average Hours	CRI	Color Rendition	Operating Cost	Color Temp Range	Light Color
Incandescent	15 - 20	750 - 1k	100	Excellent	High	2750 - 3400	White/Yellow
Halogen	18 -25	1k - 3.5 k	100	Excellence	Above Average	2850 - 3000	Blue
Fluorescent	55 - 100	7.5k - 24k	51 - 95	Poor - Good	Average	2700 - 7500	Blue/Green
Merc. Vapor	40 - 60	16k - 24k	20 - 60	Poor - Good	Average	3000 - 7000	Green
Metal Halide	80 - 125	5k - 20k	60 - 80	Very Good	Below Average	3200 - 3700	Green
HP Sodium	75 - 140	10k - 24k	20 - 80	Good	Low	1900 - 2700	Yellow
LP Sodium	Up to 200	14k - 18k	0	Poor	Low	1700	Yellow

CRI - Color Rendition Index

(က) အလင်းပင်ရင်းအမျိုးမျိုးတို့၏သဘာဝများ



(ခ) CIE Chromaticity diagram

ပုံ(၃-၂၂) အလင်းပင်ရင်းတို့အတွက်သတ်မှတ်အရည်အသွေးများ

အတိုင်းအတာရှိတဲ့အလင်းပမာဏထည့်သွင်းပြီး၊ရုပ်ပုံရိုက်ကူးဖော်ထုတ်မယ်ဆိုရင်၊လင်းလင်းချင်းချင်းရှိပြီး၊ အရည်အသွေးကောင်းမွန်တဲ့ video image ကိုရရှိမှာဖြစ်ပါတယ်။

အလင်းရဲ့အရည်အသွေး(quality)ကိုတော့ရှေ့မှာလည်းရှင်းပြခဲ့ပြီးဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီမှာရှင်းပြခဲ့တာကိုအနှစ်ချုပ်ရမယ်ဆိုရင်-အလင်းအမျိုးအစားတွေဟာအရည်အသွေးတစ်ခုနဲ့တစ်ခုတူညီကြခြင်းမရှိပါဘူး။အဲဒီလိုမတူတဲ့အလင်းအမျိုးအစားတွေနဲ့ရုပ်ပုံရိုက်တဲ့အခါပုံရဲ့အရည်အသွေးကိုထိန်းထားနိုင်ဖို့ကင်မရာထဲမှာအထူးတည်ဆောက်ထားတဲ့လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွေနဲ့ပြုပြင်ပေး(compensateလုပ်ပေး)နိုင်ဖို့လိုပါတယ်။ဒါမှလဲကောင်းမွန်တဲ့ video image ကိုရရှိမှာဖြစ်ပါတယ်။

ဒ့ါအပြင်ကင်မရာမှမြင်နိုင်တဲ့အလင်းရောင်စဉ်တာခွင်ဟာလူ့မျက်စိဖြင့်မြင်နိုင်တဲ့အလင်းရောင်စဉ်တာခွင်ထက်ပိုပြီးကျယ်ပြန့်ပါတယ်။ဆိုလိုတာကတော့-လူ့မျက်စိနဲ့မြင်နိုင်စွမ်းမရှိတဲ့ 880nm မှ 950nm အထိရှိအနီအောက်ရောင်ခြည်လှိုင်းအလျား(infra red wavelength)တွေကိုကင်မရာကမြင်နိုင်စွမ်းရှိပါတယ်။အချို့ကင်မရာတွေဆို အဲဒီမမြင်နိုင်တဲ့လှိုင်းအလျားတွေမှာဆောင်ရွက်နိုင်အောင်အထူးတိုးမြှင့်စီမံဒီဇိုင်းချထားပါတယ်။ဒီကင်မရာမျိုးတွေကို visible light level အလွန်နည်းသောနေရာတွေမှာရုပ်ပုံအရည်အသွေးမြင့်မားစွာရရှိနိုင်စေဖို့အသုံးပြုပါတယ်။ဥပမာ-ညကြည့်ကင်မရာအမျိုးအစားတွေဟာအဲဒီကင်မရာတွေပဲဖြစ်ပါတယ်။ဒါကြောင့်CCTV security applications တွေအတွက်ဒီဇိုင်းချတော့မယ်ဆိုရင်-အလင်းပမာဏ(light quantity)နှင့်အလင်းအရည်အသွေး(light quality)ကိုမဖြစ်မနေထည့်သွင်းစဉ်စားရပါမယ်။အဲဒါအပြင်ကင်မရာတပ်ချင်တဲ့ location သို့ပြင်ပမှနောက်ထပ်အလင်းပေးဖို့လို/မလို ဆိုတာပါထည့်သွင်းစဉ်းစားရမှာဖြစ်ပါတယ်။အလင်းပေးပင်ရင်းအမျိုးမျိုးတို့ရဲ့ characteristics တွေကိုပျမ်းမျှသက်တမ်း(average life) ၊operating cost. . . စတဲ့အချက်အလက်တွေအပါအဝင်အခြားအချက်အလက်များကိုoptical performance နှင့် practical features များဖြင့်ပြုစုတင်ပြထားတာကိုအလင်းနှိုင်းယှဉ်မှုပြကားချပ်(light comparison chart)ဖြင့်ပုံ(၃-၂၂-ခ)မှာဖော်ပြထားပါတယ်။လေ့လာကြည့်ပါ။အလိုရှိတဲ့အလင်းအမျိုးအစားမျိုးရအောင်ရွေးချယ်ဆုံးဖြတ်တဲ့နေရာမှာdemands of the application၊ခွင့်ပြုသုံးစွဲငွေကြေးပမာဏ(budjet)၊ထိန်းသိမ်းစောင့်ရှောက်ရမည့်အချက်အလက်(maintenance issues). . . စသည့်အချက်များပေါ်မှာလည်းအခြေပြုစဉ်းစားပေးရမှာဖြစ်ပါတယ်။

■ **Colour Temperature of Light Sources-**သဘာဝနေ့ဖက်အလင်းရောင်(nautral daylight) ဟာလူတို့ရဲ့စံအလင်းပင်ရင်းတခုဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီအလင်းရောင်အောက်မှာမြင်ရတဲ့ရုပ်ဝတ္ထုတို့ရဲ့အရောင်အသွေးတွေဟာသူတို့ရဲ့ပင်ကိုယ်အရောင်အသွေးမှန်တွေ(absolute true colors)ဖြစ်ကြပါတယ်။ဒါကြောင့်နေ့အလင်းရောင်မရရှိနိုင်တဲ့အခန်းတစ်ခုအတွင်းလူတို့ဖန်တီးထားတဲ့အလင်းပင်ရင်းဖြင့်အလင်းဖြန့်ဖြူးလိုတဲ့အခါအခန်းတွင်းရှိဝတ္ထုပစ္စည်းတို့ရဲ့ပင်ကိုယ်အရောင်အသွေးမှန်များအတိုင်းမြင်ရနိုင်စေဖို့အလင်းပင်ရင်းတွေကိုမိမိတို့ရဲ့လုပ်ငန်းလိုအပ်ချက်နှင့်အညီမှန်ကန်စွာရွေးသုံးနိုင်ခြင်းဟာလည်းအလွန်အရေးကြီးပါတယ်။သဘာဝအလင်းဖြူအတိုင်းရာနှုန်းပြည့်ပေးနိုင်စွမ်းသောအလင်းပင်ရင်းဟူ၍မရှိနိုင်သော်လည်း၊ဘယ်လောက်နီးနီးစပ်စပ်ပေးနိုင်စွမ်းရှိလဲဆိုတဲ့သတ်မှတ်ချက်တော့ရှိပါတယ်။အဲဒီသတ်မှတ်ချက်ကိုအလင်းပင်ရင်းတို့ရဲ့color temperature ဖြင့်ဖော်

ပြလေ့ရှိကြပါတယ်။ယေဘူယျအားဖြင့်အလင်းပင်ရင်းအုပ်စုနှစ်မျိုးရှိပါတယ်။incandescent lamp နှင့် fluorescant lamp ဟူ၍ဖြစ်ပါတယ်။incandescent lamp ဟာတန်စတင်နန်းမျှင်အတွင်းလျှပ်စီးပေးသွင်းမှုကြောင့်နန်းမျှင်အပူလွန်ကဲကာအလင်းထုတ်သောပူပြင်းမီးသီးတမျိုးဖြစ်ပါတယ်။fluorescent lamp ဆိုတာကတော့အစွမ်းမဲ့ဓါတ်ငွေ့အတွင်း ionized ဖြစ်စေမှုကြောင့်ထွက်ပေါ်လာတဲ့ photon ဖြင့်မီးချောင်းနံရံပေါ်မှာသုတ်လိမ်းထားသော phosphorous အားရိုက်ခတ်စေကာလူတို့မျက်လုံးမြင်နိုင်တဲ့အလင်းလှိုင်းများထွက်လာစေသောရောင်ပြောင်းတောက်အအေးမီးသီးတမျိုးဖြစ်ပါတယ်။

အလင်းပင်ရင်းတစ်ခုရဲ့ color temperature တန်ဖိုးသတ်မှတ်ဖို့အနက်ထည်ပင်ရင်း (black-body source)တစ်ခုကိုအပူပေးသွင်းပြီး၊သတ်မှတ်လိုတဲ့အလင်းပင်ရင်းရဲ့အလင်းရောင်အတိုင်းရရင်အနက်ထည်အပူစွန့်ပစ္စည်း(blackbody radiator)ရဲ့အပူချိန်(temperature)ကိုတိုင်းပြီးသတ်မှတ်ပါတယ်။ ပုံ(၃-၂၂-ခ)မှာပြထားတဲ့ CIE chromaticity diagram ပေါ်မှာပေးထားတဲ့အပူချိန်နှင့်အနီးဆုံးဖြစ်တဲ့ blackbody radiator ရဲ့အပူချိန်ဟာပေးထားတဲ့အလင်းပင်ရင်းရဲ့ color temperature ပဲဖြစ်ပါတယ်။တနည်းအားဖြင့်ပြောရရင်-blackbody radiator နှင့်အနီးဆုံးတူညီတဲ့အပူချိန်ကိုပေးထားတဲ့အလင်းပင်ရင်းတစ်ခုရဲ့color temperature လို့ခေါ်ပါတယ်။ natural daylight ရဲ့ color temperature ဟာ 6504K ရှိပေမယ့် nomalized reference အဖြစ် 5500K ကိုယူပါတယ်။ဒီနေရာမှာKဟာအပူချိန်ရဲ့ပကတိယူနစ်ဖြစ်ပြီး၊ကယ်(လ်)ဗင်(Kelvin)လို့ဆိုလိုတာဖြစ်ပါတယ်။

■ **CRI(Color Rendition Index)-** အလင်းပင်ရင်းတစ်ခုဟာအရောင်ဘယ်လောက်လွတ်လိမ့်မလဲဆိုတာကိုအတိအကျဖော်ပြဖို့သတ်မှတ်ထားတဲ့တိုင်းတာမှုတစ်ရပ်ဖြစ်ပါတယ်သူရဲ့အမြင့်ဆုံးတန်ဖိုးဟာ100ဖြစ်ပြီး၊ 90လောက်ဆိုရင်တော်တော်လေးကောင်းနေပါပြီ။ပုံ(၃-၂၂-က)မှာအလင်းပင်ရင်းအချို့အတွက် CRI တန်ဖိုးတွေကိုနှိုင်းယှဉ်ကြည့်လို့ရအောင်ဖော်ပြပေးထားပါတယ်။

တီဗီကြည့်တဲ့အခါ contrast ကောင်းစေဖို့ color temperature 4700K နှင့်CRIတန်ဖိုးဟာ 98ရှိပြီး၊ power 50W စားတဲ့ Solux မီးသီးလောက်ဆိုရင်အတော်ပါပဲ။prints တွေနဲ့အလုပ်လုပ်တဲ့အခါရွေးချယ်ဖို့အကောင်းဆုံးမီးသီးတွေကိုအကြံပြုရရင်-color temperature 5300K ခန့်နှင့် CRI = 95 ရှိတဲ့ ott-lite မှထုတ်လုပ်တဲ့18W VisionSaver series Lamp နဲ့SunWave အမျိုးအစား 5500K,CRI =93 တန်ဖိုးရှိမီးချောင်းလိုပုံစံနှင့် compact screw ပုံစံတို့မျိုးဖြင့်ထုတ်လုပ်တဲ့ အလင်းပြင်းအားကောင်းတဲ့ fluorescent bulbs တို့ကိုသုံးဖို့သင့်ပါတယ်။Phillip မှထုတ်လုပ်တဲ့ 287813 ဟာလည်း daylight ဖြင့်အလင်းပေးနိုင်တဲ့ အရစ်ပုံစံအငယ်စား fluorescent bulb တစ်မျိုးပြီး၊ color temperature-5000Kနှင့်CRI-82 ရှိပါတယ်။သူ့ရဲ့အလင်းဟာတော်တော်လေးတောက်ပါတယ်။အခြားအသေးစား fluorescents တွေကတော့-SunPro, Panasonic,Verilux တို့ဖြစ်ကြပါတယ်။

3.11.2: Reflected Light

လူ့မျက်လုံးမှာမြင်ရတဲ့အရာဝတ္ထုတစ်ခုရဲ့ပုံရိပ်လွှာဟာပတ်ဝန်းကျင်အလင်းတန်းတွေအဲဒီဝတ္ထုအပေါ်ကျရောက်ပြီးပြန်ထွက်လာတဲ့အလင်းတန်းတွေမျက်လုံးထဲမှမြင်လွှာ(retina)ပေါ်ကျရောက်တာကြောင့်လူ့ရဲ့ဦးနှောက်စက္ကူအာရုံမှာမြင်ရခြင်းဆိုတဲ့သိစိတ်ကိုခံစားရရှိစေတာရှေ့ပိုင်းမှာရှင်းပြခဲ့ပြီးပါပြီ။ကင်မရာမှရုပ်ပုံဖော်ထုတ်ပုံဟာလည်းဒီအတိုင်းပါပဲ။ပြင်ပပတ်ဝန်းကျင်မှအလင်းတစ်ခုဟာအရာဝတ္ထုတစ်ခုပေါ်ကျရောက်ရိုက်ခတ်တဲ့အခါပြန်လင်းတန်းအဖြစ်(reflected light အဖြစ်)ခုန်ထွက်သွားပြီးကင်မရာရဲ့မှန်ဘီလူးအတွင်းဝင်ရောက်ဖြတ်သန်းကာ image sensor ပေါ်ကျရောက်ပြီးပုံရိပ်(image)ကိုဖန်တီးထုတ်လုပ်ပေးခြင်းဖြစ်ပါတယ်။အမျိုးအမည်မတူတဲ့အရာဝတ္ထုတွေဟာသူတို့ထံသို့ကျရောက်လာတဲ့အလင်းတန်းတွေကိုမတူညီတဲ့နှုန်းများဖြင့်ပြန်ခုန်ထွက်စေပါတယ်။ဥပမာ-အနက်ရောင်အဝတ်တထည်ကိုကင်မရာဖြင့်ရိုက်ကြည့်တဲ့အခါအနက်ရောင်ပုံရိပ်ကိုသာတွေ့ရမှာဖြစ်ပါတယ်။အကြောင်းရင်းကတော့-အဲဒီအနက်ရောင်အဝတ်ပေါ်ကိုကျရောက်လာတဲ့အလင်းတန်းတွေအားလုံးကိုအဲဒီအဝတ်မှစုပ်ယူပစ်လိုက်တဲ့အတွက်(အလင်းပြန်ထုတ်ပေးခြင်းလုံးဝမရှိတော့တာကြောင့်)ကင်မရာထဲဝင်တဲ့အလင်းလုံးဝမရှိတော့တာကြောင့်ဖြစ်တယ်လို့ဆိုရပါမယ်။အနီရောင်ရုပ်ဝတ္ထုကိုရိုက်တဲ့အခါမှာလည်းအနီရောင်ရုပ်ပုံမြင်ရတဲ့သဘောကလည်းဒီနည်းအတိုင်းပါပဲ။အဖြူရောင်အလင်းတန်းအတွင်းမှအနီရောင်မှအပကျန်အရောင်လှိုင်းတွေအားလုံးကိုအဲဒီရုပ်ဝတ္ထုမှစုပ်ယူပစ်လိုက်ပြီးအနီရောင်အလင်းလှိုင်းတွေကိုပဲ၊အလင်းပြန်ထုတ်ပေးနိုင်တော့လို့သာဖြစ်ပါတယ်။အကယ်၍အဖြူရောင်ရုပ်ဝတ္ထုကိုရိုက်တဲ့အခါမှာလည်း၊ အဖြူရောင်ရုပ်ဝတ္ထုဟာအလင်းလှိုင်းအားလုံးကိုအလင်းပြန်ထုတ်ပေးနိုင်တဲ့အတွက်မူရင်းအဖြူ ရောင်ရုပ်ပုံကိုသာထုတ်ပေးတာတွေ့ရပါမယ်။အမျိုးအစားမတူတဲ့အလင်းပင်ရင်းတွေဟာအရောင်လှိုင်းအချို့ကို ပိုပြီးလေးလေးနက်နက်ပြန်ထုတ်စေတတ်တဲ့သဘာဝရှိတာကြောင့်အလင်းပင်ရင်းတွေရဲ့ပင်ကိုယ်သဘာဝကိုယ်၌ပင်အလင်းပြန်ထွက်စေမှု (reflec-

Scene Reflectance Factors

• Empty Asphalt Lot	5%
• Parkland, Trees, Grass	20%
• Red Brick Building	35%
• Unpainted Concrete Building	40%
• Parking Lot w/Cars	40%
• Aluminum Building	65%
• Glass Windows & Walls	70%
• Snow	85%

ပုံ(၃-၂၃) ရှုခင်းအမျိုးမျိုးအတွက်အလင်းပြန်သတ္တိများကို ရာခိုင်နှုန်းဖြင့်ဖော်ပြထားပုံ

tance)၊ အရောင်(color)နှင့်overall illumination တို့ပေါ်တွင်အကျိုးသက်ရောက်မှုရှိနေတာကိုသတိပြုသင့်ပါတယ်။အခုရှင်းပြခဲ့တဲ့ဥပမာပုံစံတွေအားလုံးဟာအရောင်သန့်သန့်ဝတ္ထု(pure colored objects)တွေအတွက်သာဖြစ်တယ်ဆိုတာသတိပြုစေချင်ပါတယ်။သဘာဝပတ်ဝန်းကျင်မှာအများဆုံးတွေ့ရမယ့်ရှုခင်း(သို့)အရာဝတ္ထုတို့မှအလင်းပြန်ပေးမယ့်တန်ဖိုးတွေကို ရာခိုင်နှုန်းအားဖြင့်ဖော်ပြထားပုံကိုပုံ(၃-၂၃)မှာတွေ့ရပါလိမ့်မယ်။လေ့လာကြည့်ပါဦး။အဲဒီမှာတွေ့ရမှာက-လူတို့ဖန်တီးထားတဲ့ပစ္စည်းတွေဟာသဘာဝအရာဝတ္ထုတွေထက်အလင်းပိုပြန်ပေးနိုင်တာပဲဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီအချက်ဟာအဆောက်အဦး(သို့)အဝတ်အထည်(သို့)fabricအထည်တွေအတွက်အထူးမှန်ကန်တာတွေ့ရပါတယ်။ပိုလီရက်စတာ(polyester)၊ရေယွန်ပိုးတု(rayon). . . စသည်တို့နဲ့ရက်ထားတဲ့အဝတ်အထည်တွေဟာအလင်းပြန်နိုင်တဲ့ဂုဏ်သတ္တိရှိပေမယ့်၊ဝါဂွမ်းချည်(cotton)၊သိုးမွှေး(wool). . . စသည်တို့ဖြင့်ရက်လုပ်ထားတဲ့အဝတ်အထည်တွေကတော့အလင်းစုပ်ယူတဲ့ဂုဏ်သတ္တိရှိတာသတိပြုဖို့လိုပါတယ်။

CHAPTER 4

Monitors

4.1: CCTV Monitors ၁၁၃

4.1.1: Overview To The Video Monitors ၁၁၃

4.1.2: The Monitor Sizes ၁၁၄

4.1.3: Viewing Distance ၁၁၆

4.2: Display Technologies ၁၁၇

4.2.1: CRT(Cathode Ray Tube) Display ၁၁၇

- Structure of CRT ၁၁၇
- How to Operate The CRT ၁၁၉
- Shadow Mask and Aperture Grill ၁၂၀
- Pincushion Correction ၁၂၀

4.2.2: Plasma Display ၁၂၂

- Technology of Plasma ၁၂၂
- Structure of The Plasma Display Panel ၁၂၄
- Monochrome and Color Panels ၁၂၆
- Main Differences From The LCD Display ၁၂၇

4.2.3: LCD Display ၁၂၇

- LCD's Advantages and Usages ၁၂၇
- How To Operate The LCD ၁၂၉
- Static and Passive Matrix Displays ၁၄၀
- Thin Film Transistor(TFT) Display Screen ၁၄၀

4.3: Other Monitor Specifications ၁၄၂

4.1: CCTV Monitors

4.1.1: Overview To The Video Monitors

ဗီဒီယိုမော်နီတာတွေဟာ electrical signal လေးတွေကို လူတို့မျက်လုံးနဲ့မြင်နိုင်တဲ့ ပုံရိပ်တွေအဖြစ်ပြောင်းပေးနိုင်တဲ့(converted လုပ်ပေးနိုင်တဲ့) အီလက်ထရွန်းနစ်စက်ပစ္စည်း(electronic equipment) တစ်မျိုးဖြစ်ပါတယ်။ CCTV ကင်မရာတွေမှထုတ်ပေးလိုက်တဲ့ video signal တွေကို screen ပေါ်မှာစောင့်ကြည့်ဖို့အသုံးပြုတဲ့ မော်နီတာတွေကိုတော့ cctv monitor လို့ခေါ်ပါတယ်။အများအားဖြင့် monitors တွေဟာ standard television set တွေမှာလို ဟင်းလင်းပြင်ထဲလွှင့်ထားတဲ့ ရုပ်/သံလှိုင်းတွေဖမ်းပေးနိုင်တဲ့ tuner section ပါလေ့မရှိပါဘူး။မော်နီတာတွေဟာ cable နဲ့တိုက်ရိုက်ပို့လိုက်တဲ့ composite video(သို့မဟုတ်)component video(သို့မဟုတ်)s-video(သို့မဟုတ်)HDMI video . . . စတဲ့ medium တွေကို interface လုပ်ဖို့အဓိကဒီဇိုင်းချထားတာဖြစ်ပါတယ်။မော်နီတာဆိုရင် tuner section မပါဘူးဆိုပြီးတော့လည်းလှေနံဓါးထစ်မှတ်မထားပါနဲ့ဦး။အချို့ CCTV စနစ်တွေမှာကင်မရာ signal ကို မော်နီတာဆီပို့ပေးဖို့(cableပြေးဖို့အခက်အခဲရှိတဲ့နေရာမျိုးတွေမှာ)RF tuner ပါတဲ့ကြိုးမဲ့စနစ်မော်နီတာ(wireless monitor)အမျိုးအစားတွေသုံးမှုအဆင်ပြေပါတယ်။အဲဒီအခါမျိုးမှာတော့ရေဒီယိုလှိုင်းဖမ်းနိုင်တဲ့ tuner section ပါကိုပါမှရမှာပါ။ wireless monitor တွေကိုသမားရိုးကျကင်မရာတွေနဲ့သုံးလို့မရပါဘူး။သီးသန့်ထုတ်လုပ်ထားတဲ့ wireless camera တွေနဲ့တွဲသုံးရပါတယ်။

အများအားဖြင့်မော်နီတာတွေကိုလည်း ကင်မရာတွေလိုပဲ performance ပေါ်မူတည်ပြီး အဖြူ/အမည်းမော်နီတာ (black & white monitor)၊ ရောင်စုံမော်နီတာ(color monitor). . . ဟူ၍လည်းကောင်း၊ technology ပေါ်မူတည်ပြီး CRT monitor၊ LCD monitor၊ Plasma monitor၊ LED monitor ဆိုပြီးလည်းကောင်း. . . အမည်တွေပေးပြီးထုတ်လုပ်ပါတယ်။မြင်ကွင်းအရွယ်အစားပေါ်မူတည်ပြီးတော့လည်း screen size မျိုးစုံဝယ်လို့ရပါတယ်။ပုံ(၄-၁)မှာနည်းပညာမတူတဲ့မော်နီတာ၃မျိုးပြထားပါတယ်။

CCTV စနစ်တစ်ခုဒီဇိုင်းချတဲ့အခါဘယ်လောက်ပဲ resolution မြင့်တဲ့၊ ဘယ်လောက်ကောင်းပါတယ်ဆိုတဲ့မော်နီတာဖြစ်ပါစေ၊ resolution နိမ့်တဲ့ camera နဲ့တွဲသုံးရင်အလကားပါပဲ။လိုက်ဖက်ညီအောင်ရွေးချယ်သုံးတတ်ရပါမယ်။black & white ကင်မရာတွေနဲ့ color မော်နီတာတွေရောနှောသုံးတာကိုအထူးရှောင်ရှားပါ။ကျွန်တော်တို့နိုင်ငံမှာသာ black & white ကင်မရာမတွေ့တော့တာပါ။ပြည်ပနိုင်ငံတော်တော်များများမှာဒီနေ့ထိရှိနေဆဲပါပဲ။

4.1.2: The Monitor Sizes

မော်နီတာတွေထုတ်လုပ်တဲ့အခါအရွယ်မျိုးစုံထုတ်လုပ်ပါတယ်။အဓိကအနေနဲ့ကတော့-မြင်ကွင်း (screen size)ရဲ့အရွယ်အစားပေါ့။ screen size ရဲ့အရွယ်အစားဆိုတာရုပ်ပုံပေါ်တဲ့ဖန်သားပြင်ရဲ့ထောင့်ဖြတ်အတိုင်းအတာကိုခေါ်တာပါ။CCTV monitorတို့ရဲ့ screen sizeကို စံအားဖြင့်14", 15", 17", 19", 21". . . စသဖြင့်အစားစားထုတ်လုပ်ပါတယ်။လိုအပ်ချက်ပေါ်မူတည်ပြီးဒီထက်ကြီးတဲ့(သို့မဟုတ်)ငယ်တဲ့screen sizes တွေအနေနဲ့လည်းထုတ်လုပ်ပါသေးတယ်။projection screen တွေ ကတော့ size ကြီးတဲ့ displayအမျိုးအစားတွေဖြစ်ပါတယ်။ CCTV security system တစ်ခုမှာကင်မရာတစ်လုံးစီအတွက်မော်နီတာတစ်လုံးစီစနစ်(dedicated monitor)မျိုးထားရှိအသုံးပြုတဲ့အခါ 9" အရွယ်မော်နီတာအသေးစားတွေနဲ့အသုံးပြုတာအသင့်တော်ဆုံးဖြစ်ပါတယ်။စားပွဲပေါ်မှာတော့မော်နီတာတွေနဲ့ပွလယောင်းထနေပါလိမ့်တယ်။အဲဒီလိုမဖြစ်လိုဘူးဆိုရင်တော့အရွယ်အစားကြီးတဲ့မော်နီတာတစ်လုံးတည်းနဲ့ operator အလိုရှိတဲ့ကင်မရာကိုခေါ်ကြည့်လို့ရအောင်(call -up လုပ်နိုင်အောင်)စီမံထားတဲ့အမြင်ရှင်းတဲ့ဒီဇိုင်းမျိုးအသုံးပြုနိုင်ပါတယ်။အရွယ်ကြီးတဲ့မော်နီတာသုံးတဲ့အခါအဲဒီမော်နီတာပေါ်မှာvideo source(camera)တွေကိုတစ်လုံး(သို့မဟုတ်)တစ်လုံးထက်ပိုတဲ့ split screen လိုပုံစံမျိုးနဲ့တချိန်တည်းတပြိုင်တည်းပြလို့ရတဲ့ special effect လို စက်ကိရိယာတွေနဲ့ပူးတွဲသုံးမယ်ဆိုရင်ပိုပြီးအဆင်ပြေပါတယ်။အရင်ကအသုံးပြုခဲ့တဲ့လုံခြုံရေးစနစ်တွေမှာဆိုရင် မော်နီတာတစ်လုံးပေါ်မှာကင်မရာတလုံးစီကိုမကြာမကြာခေါ်ကြည့်ရတဲ့ပုံစံမျိုးသုံးခဲ့ကြပေမယ့်၊အခုအခါမှာတော့ CCTV စနစ်နှင့်အတူယှက်နွယ်တိုးတက်လာတဲ့ video multiplexer နှင့် quad compressor နည်းပညာသစ်တို့ရဲ့အကူအညီကြောင့် video sources ပေါင်းများစွာမှထုတ်ပေးလိုက်တဲ့ရုပ်ပုံပေါင်းများစွာကို screen တစ်ခုပေါ်မှာတချိန်တည်း၊တပြိုင်တည်းကြည့်ရှုနိုင်ပြီဖြစ်ပါတယ်။အခုလိုအရွယ်အစားကြီးတဲ့မော်နီတာတွေတိုးချဲ့သုံးနိုင်လာတဲ့အတွက်ပိုပြီးစိတ်ချရတဲ့လုံခြုံရေးစနစ်ဆိုင်ရာအကျိုးတရားတွေကိုရရှိလာစေပါတယ်။အဲဒီလို multiplexing နှင့် compressor နည်းပညာအကျိုးကျေးဇူးကြောင့်ယနေ့ခေတ်မှီလုံခြုံရေးစနစ်တွေမှာမော်နီတာအရေအတွက်သုံးစွဲရမှုလျှော့ချနိုင်ပြီဖြစ်တဲ့အပြင် ကနဦးတပ်ဆင်ကုန်ကျစရိတ်(initial cost)လည်း သက်သာလာပါတယ်။ဒါ့အပြင်ထိန်းသိမ်းစောင့်ရှောက်ရတဲ့လုပ်ငန်းစဉ်(naintenance cycles)လည်း ထိထိရောက်ရောက်လျှော့ကျသွားတာတွေ့ရပါတယ်။ယခုအချိန်ထိလေ့လာတွေ့ရှိရသလောက်ဆိုရရင်-စတူဒီယိုတွေမှာအလုပ်လုပ်နေကြတဲ့ operators တွေဟာမော်နီတာ၃လုံးထက်ပိုတဲ့ view ကို တောက်လျှောက်တဆက်တည်း၄၅မိနစ်ထက်ပိုပြီး စွမ်းရည်ပြည့်ထိထိရောက်ရောက်ကြည့်နိုင်စွမ်းမရှိပါဘူး။အဲဒီအချက်ကြောင့်မော်နီတာတလုံးတည်းသုံးခြင်းဟာပိုပြီးအဆင်ပြေစေတယ်လို့ဆိုရမှာပါ။

(က) CRT monitor

(ဂ) Plasma monitor

(ခ) LCD monitor

ပုံ(၄-၁) မော်နီတာ အမျိုးမျိုးတွေမြင်ရပုံ။

4.1.3: View Distance

Monitor Size and Recommended Viewing Distance

Size	Min	Max
9"	3 ft.	7 ft.
12"	3.25 ft.	10ft.
15"	3.5ft.	12ft.
17"	3.75ft.	14ft.
19"	4ft.	17ft.
21"	5ft.	19ft.

ပုံ(၄-၂) မော်နီတာအရွယ်အစားအမျိုးမျိုးအလိုက် ခွာကြည့်သင့်သည့်အကွာအဝေးများ

အသုံးပြုမယ့်မော်နီတာအရွယ်အစားဟာမော်နီတာတွေနေရာချထားမယ့် operation center ဒီဇိုင်းကိုလည်းထိန်းညှိပေးပါတယ်။ဒ့ါအပြင်အရွယ်အစားသေးငယ်တဲ့မော်နီတာတွေအသုံးပြုတဲ့အခါ operator တွေဟာ image အတွင်းမှအသေးစိတ်အသွင်အပြင်လေးတွေကြည့်ချင်တဲ့အခါမော်နီတာမျက်နှာပြင်အနီးတိုးကပ်ကြည့်ရမှာဖြစ်ပါတယ်။ပုံ(၄-၂)မှာမော်နီတာအရွယ်အစားအမျိုးမျိုးအတွက် operator အား screen နှင့်ခွာကြည့်သင့်တဲ့အကွာအဝေး(viewing distance)တွေကိုပေးထားပါတယ်။အကြမ်းဖျင်းမှတ်ထားချင်ရင်တော့- Display screen အမြင့်ရဲ့ ၄ဆ နှင့် ၈ဆ အကြားကြည့်တာအကောင်းဆုံးဆိုတာပါပဲ။

ကင်မရာဟာ image တစ်ပုံကိုအလျားလိုက်လိုင်းတွဲလေးများသဏ္ဌာန်ကြောင်းယူသလိုမျိုး မော်နီတာဟာလည်း သူ့ရဲ့ screen ပေါ်မှာ information တွေကိုဖော်ထုတ်ဖို့ဆောင်ရွက်တဲ့အခါမှလည်း ကင်မရာအတိုင်းအလားတူလုပ်ဆောင်ပါတယ်။အဲဒီလိုင်းလေးတွေဟာမော်နီတာသေးတဲ့အခါလိုင်းလေးတွေစိတ်ပြီးမမြင်ရပေမယ့်၊မော်နီတာကြီးတဲ့အခါလိုင်းကြကြီးတွေသဏ္ဌာန်ထင်ထင်ရှားရှားမြင်ရမှာဖြစ်ပါတယ်။ဒီ့အတွက်ကြောင့်မော်နီတာအငယ်စားတွေဟာ resolution မြင့်သလိုမျိုးဖြစ်နေတဲ့အတွက်၊မော်နီတာသေးတွေရဲ့resolution ဟာ CCD cameras တွေရဲ့ resolution ထက်သာတယ်လို့ပြောနိုင်ပါတယ်။

အနှစ်ချုပ်တင်ပြလိုတာကတော့-အိမ်သုံး TV ဈေးကွက်ဟာ monitor ဈေးကွက်ပေါ်မှာချိန်ခွင်လျှာညီမျှနေဖို့တိုက်ရိုက်ထိန်းညှိပေးထားတဲ့စနစ်တစ်ရပ်ရှိပါတယ်။အထူးသဖြင့်-ပုံဖော်မီးသီး(picture tubes)တွေတည်ဆောက်တဲ့အခါသုံးစွဲသူရဲ့ဈေးကွက်တောင်းဆိုမှု specifications ထက်လျှော့ပြီးထုတ်လုပ်ရတဲ့အတွက်တီဗီမီးသီးတွေရဲ့သက်တမ်းဟာCCTV equipment ထက်ပိုတိုတာကိုတွေ့ရပါတယ်။

4.2: Display Technologies

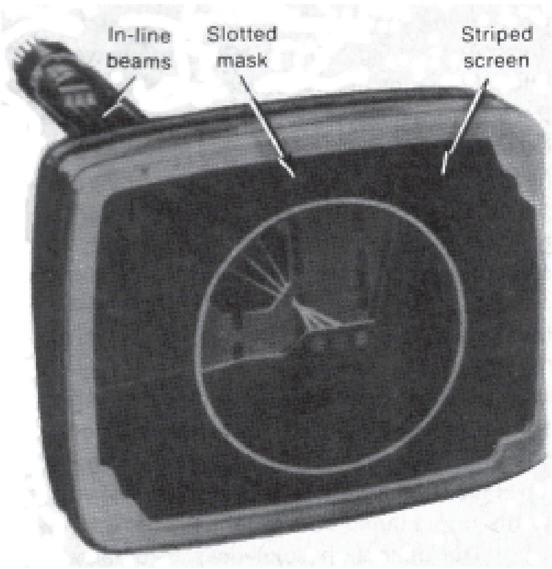
ဖလင်ပြားတစ်ချပ်ရဲ့နောက်ဖက်အလင်းပင်ရင်းတစ်ခုမှထုတ်လုပ်ပေးလိုက်တဲ့ အလင်းတန်းတွေကို ရှုခင်းပုံရိပ်တွေပါတဲ့ ဖလင်အတွင်းဖြတ်သန်းစေကာ ပကတိညီညာပြန့်ပြူးတဲ့အဖြူရောင်ပိတ်ကား (သို့မဟုတ်) စက္ကူဖြူကားချပ်(သို့မဟုတ်)အဆောက်အဦးနံရံဖြူတခုခုပေါ်မီးထိုးအရိပ်ချပြသရတဲ့ရုပ်ရှင်ဖလင်စနစ်မှစတင်ခဲ့တဲ့ projection display နည်းပညာဟာဒီနေ့ချိန်ခါမှာ display technologies ပေါင်းစုံဖြင့်သူ့ထက်ငါအပြိုင်အဆိုင်မက်လုံးများပေးပြီးနေရာယူနိုင်ဖို့ကြိုးစားရုန်းကန်နေကြပါတယ်။ Cathode-Ray-Tube(CRT), Organic Light-Emitting Diode(OLED) , AMLCD, Digital Light Processing (DLP), SED-tv, LED Display, Field Emission Display(FED), Quantum Dot Display (QLED). . . စတဲ့ display technologies တွေဟာဒီနေ့ခေတ်ပြိုင်နည်းပညာတချို့လို့ဆိုရပါမယ်။အခုခေတ်မှာ-မော်နီတာတွေကိုအမည်ပေးထုတ်လုပ်တဲ့အခါအသုံးပြုတဲ့ display screen တည်ဆောက်နည်းပေါ်အခြေပြုပြီးအမည်ပေးထုတ်လုပ်လာကြပါတယ်။အဲဒီနည်းစနစ်တွေအနက်အောက်ဖော်ပြပါနည်းစနစ်အချို့ကိုစာဖတ်သူများဗဟုသုတရစေဖို့အနည်းငယ်ဖော်ပြပေးပါ့မယ်။ အဲဒီ display တွေကို-ကိုယ်တိုင်လုပ်ဖို့မလွယ်ပေမယ့်၊သိထားတော့သူတွေနဲ့တွေ့ရင်-နည်းနည်း"အာချောင်" လို့ရအောင်စေတနာနဲ့ပါ။နည်းနည်းလောက်တော့သည်းခံဖတ်ပေးပါ။ကိုင်း-ဦးနှောက်ခြောက်လိုက်ကြရအောင်-

- **CRT display screen**
- **Plasma display screen**
- **LCD display screen**
- **TFT display screen**

4.2.1: CRT(Cathode Ray Tube) Display

■ **Structure of CRT-** လေဟာနယ်စနစ်သုံးကင်မရာမီးသီးလိုမျိုးလေစုပ်ထုတ်ထားပြီး၊'ခေါင်းလောင်း' ပုံစံမျိုးရှိတဲ့ပုံဖော်မျက်နှာပြင်ပါဖန်အိမ်ကြီးကို CRT (**C**athode **R**ay **T**ube) လို့ခေါ်ပါတယ်။ပုံ(၄-၃-ခ)ရှုပါ။မီးသီးရဲ့လည်ပင်းပိုင်းမှာ'ဓါတ်မ'လျှပ်စစ်ဂုဏ်သတ္တိဆောင်အီလက်ထရွန်မှုံများကိုအပူပေးတဲ့နည်းဖြင့်ထုတ်ပေးတဲ့အီလက်ထရွန်သေနတ် (electron gun)ဆိုတာရှိပါတယ်။ black & white CRT မှာ electron gun တစ်လက်သာပါပြီး၊ color CRT မှာတော့နီ၊စိမ်း၊ပြာ-အီလက်ထရွန်တန်းသုံးတန်းအတွက်၃လက်ထည့်ထားပါတယ်။အီလက်ထရွန်မှုံတွေထွက်လာအောင်မီသီးအတွင်းမှာထည့်ထားတဲ့အပူပေး မီးဇာ(heter)များမှဆောင်ရွက်ရတဲ့အတွက်CRT monitor တွေမှာရုပ်ပုံပေါ်လာဖို့စောင့်ရတဲ့အပူပေးချိန်(warm-up time)တစ်ရပ်ရှိနေတာဟာCRTအမျိုးအစားတွေရဲ့အားနည်းချက်လို့ဆိုရ

(က) Color CRT monitor



(ခ) CRT type Picture Tube

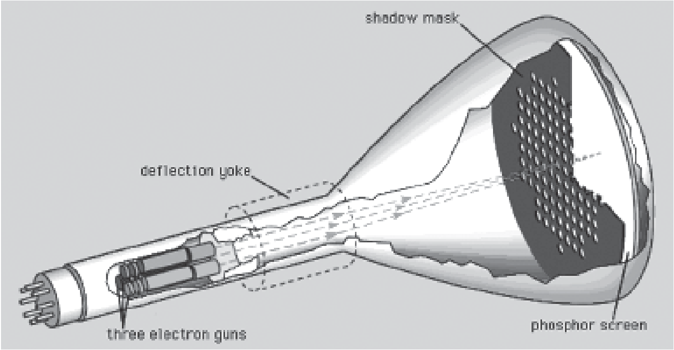
ပုံ(၄-၃) CRT monitor နှင့် CRT type Picture Tube

မှာပါ။

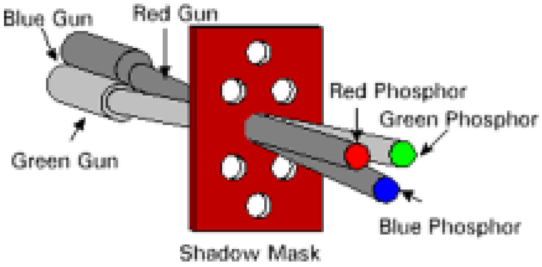
မီးသီးရဲ့ရှေ့မျက်နှာစာဖက်ပေါ်မှ ပုံရိပ်ထင်ဖော(စ်)ဖာ ဖန်ကားချပ်(phosphor screen)ပေါ်သို့ အီလက်ထရွန်မှုံတွေကျရောက်လာဖို့အတွက်၊အဲ့နုတ်လို့ခေါ်တဲ့'ဓါတ်ဖို'ခေါင်းသို့ အလွန်မြင့်တဲ့ ဓါတ်ဖိုဗို့အား တစ်ရပ်ပေးပြီးဆွဲထုတ်ပါတယ်။CRT တို့ရဲ့အဲနုဒ်ဗို့အားဟာပုံမှန်အားဖြင့်10000V (10kV)(အဖြူ/အမည်း အတွက်)မှ 25000V(25kV)(အရောင်အတွက်)သုံးလေ့ရှိပါတယ်။အီလက်ထရွန်တွေမီးသီးရဲ့လည်ပင်း electron gun မှမျက်နှာစာ screen ပေါ်သို့သွားရာလမ်းတလျှောက်အပိတ်အဆို့အဟန့်အတားမရှိစေဖို့ လေကိုလုံးဝကုန်စင်အောင်စုပ်ပြီးမီးသီးအတွင်းလေဟာနယ်လုပ်ထားရပါတယ်။အဲ့ဒီလေဟာနယ်အတွင်း ဖြစ်ပေါ်နေတဲ့ဓါတ်မဂ္ဂဏ်သတ္တိဆောင်အီလက်ထရွန်တန်းကို ကက်သုတ်ရောင်ခြည်(cathode ray)လို့ခေါ် ပါတယ်။

CRT ရဲ့ပုံရိပ်ထင် ကျယ်ပြန့်တဲ့ဖန်သားပြင်(screen)ကို လူတို့မျက်လုံးနဲ့မမြင်နိုင်တဲ့ အီလက်ထရွန် တန်းတွေကျရောက်တဲ့အခါ(သို့မဟုတ်)ကက်သုတ်ရောင်ခြည်ကျရောက်တဲ့အခါလူ့မျက်လုံးဖြင့်မြင်နိုင်သောအလင်း ရောင်ထွက်စေတဲ့ဓါတုဓါတ်ဆေးသား (phosphor) နဲ့ coated လုပ်ထားပါတယ်။အဲ့ဒီ screen ကိုရောင် ပြောင်းတောက်ကားချပ်(fluorescent screen)လို့လည်းခေါ်ပါတယ်။B&W CRT ရဲ့မျက်နှာပြင်မှာ coated လုပ်ထားတဲ့ဆေးသားကတော့အဖြူရောင်ထွက်စေတဲ့ဓါတုဆေးသားတစ်မျိုးတည်းသာသုံးပြီး၊ color CRT ရဲ့မျက်နှာပြင်မှာသုတ်လိမ်းတဲ့ဆေးသားတွေကတော့ red, green, blue အရောင်တစ်မျိုး စီထွက်စေတဲ့ဓါတုဆေးသားတွေအသုံးပြုပါတယ်။အဲ့ဒီ R , G , B phosphor တွေကိုသုံးပွင့်ဆိုင်အစက် လေးများသဏ္ဍာန်ဖြင့်လည်းကောင်း၊အစင်းလေးတွေအတန်းလိုက်ချထားတဲ့ သဏ္ဍာန်ဖြင့်လည်းကောင်း coated လုပ်ထားပါတယ်။မီးသီးရဲ့ရှေ့မျက်နှာစာပေါ်မှာမြင်ရတဲ့အီလက်ထရွန်တန်းကြောင့်ဖြစ်လာရသော အလင်းစက်လေးကို raster လို့ခေါ်ပါတယ်။အဲ့ဒီ raster လေးဟာပြတ်သားကျစ်လစ်စွာပေါ်စေဖို့ focusing ဆိုတဲ့လုပ်ငန်းကို မီးသီးလည်ပင်းထဲမှာထည့်ပေးထားတဲ့ focusing grid(g3)ရဲ့အကူအညီနဲ့ ဆောင်ရွက်ပါတယ်။ဒါ့အပြင်အီလက်ထရွန်အမှုံအနည်း/အများကျရောက်နိုင်စေဖို့ထိန်းချုပ်ပေးတဲ့လုပ်ငန်း ကို control grid(g1)ကလုပ်ဆောင်ပါတယ်။ screen ပေါ်ကိုအီလက်ထရွန်တန်းကျရောက်တာများရင် (လျှပ်စီးကြောင်းများရင်)အလင်းပိုပြီးထုတ်ပေးပါတယ်။လျှပ်စီးကြောင်းနည်းရင်တော့အလင်းနည်းနည်းပဲ၊ ထုတ်ပေးမှာပါ။

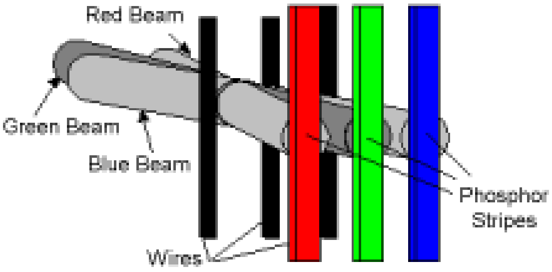
■ **How to Operate the CRT-** ပုံဖော်မီးသီးမျက်နှာပြင်ပေါ်မှာတပြင်လုံးရုပ်ပုံဖော်ထုတ်နိုင်ဖို့(တပြင် လုံးလင်းနိုင်ဖို့)အီလက်ထရွန်တန်းကို ဘယ်ညာထက်အောက်တိမ်းဖယ်ရင်း ကြောင်းစေရပါတယ်။အဲ့ဒါကို scanning လုပ်တယ်လို့ခေါ်တဲ့အကြောင်းရှေ့ပိုင်းမှာလည်းနည်းနည်းပြော ခဲ့ပြီးပါပြီ။CRT မော်နီတာတွေမှာအီလက်ထရွန် scanning ကိုမီးသီးလည်ပင်းပေါ်တင်ထားတဲ့ deflaction yoke (DY)အတွင်း scanning current စီးဆင်းစေမှုကြောင့်ဖြစ်ပေါ်လာတဲ့လျှပ်စစ်သံလိုက် စက်ကွင်းဖြင့်တိမ်းဖယ်တဲ့နည်း(electromagnetic deflection method)ဖြင့်ဆောင်ရွက်စေပါတယ်။ လှိုင်းပုံကြည့်ကိရိယာ(oscilloscope) CRT မှာတော့မီးသီးလည်ပင်းအတွင်းမှာထည့်ထားတဲ့ deflection plates (DP)တွေဆီscanning voltage ပေးအပ်မှုကြောင့်ဖြစ်ပေါ်လာတဲ့လျှပ်စစ်ငြိမ်စက်ကွင်းနည်း (electrostatic deflection method)ဖြင့်ဆောင်ရွက်စေတာဖြစ်ပါတယ်။



(က) **Inside the Color CRT**



(ခ) **Shadow mask CRT**



(ဂ) **Aperture grill CRT**

ပုံ(၄-၄) အသုံးများသော CRT ၂ မျိုး

■ **Shadow mask and Aperture Grill-** color CRT ရဲ့ tricolor screen ပေါ်မှအရောင်တစ်မျိုး စီဖော်ထုတ်ပေးမယ့်ဖော့(စ်)ဖာများပေါ်သို့scanning လုပ်နေတဲ့အီလက်ထရွန်တန်းအသီးသီးဟာသက်ဆိုင်ရာအရောင်phosphor များဆီသို့သာကျရောက်စေပြီး၊ မသက်ဆိုင်တဲ့ phosphor များပေါ်သို့ကျရောက်ခြင်းမရှိစေရန် phosphor screen မရောက်ခင် shadow mask လို့ခေါ်တဲ့ အပေါက်သေး လေးတွေသိန်းနှင့်ချီဖောက်ထားတဲ့သံဇကာပြားတစ်ချပ်ထည့်ထားပါတယ်။အဲဒီသံဇကာပြာဟာအရောင်ပိုင်းခြားပေးတဲ့စက်မှုဆိုင်ရာအစိတ်အပိုင်းသဖွယ်တာဝန်ထမ်းဆောင်ပါတယ်။အဲဒီ shadow mask မပါရင်အရောင်တွေကွက်ပြီးမှန်ကန်တဲ့ရောင်စုံရုပ်ပုံကိုလည်းပေးနိုင်တော့မှာမဟုတ်ပါဘူး။ဒီအမျိုးအစားမီးသီးကို shadow mask CRT လို့ခေါ်ပါတယ်။ပုံ(၄-၄-ခ)ရှု။

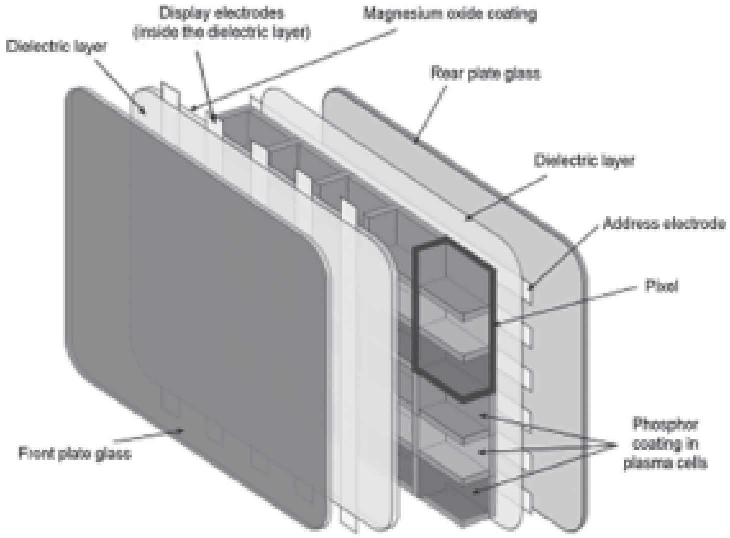
၁၉၆၈ ခုနှစ်မှာ trinitron လို့ခေါ်တဲ့ CRT နည်းပညာသစ်တစ်မျိုးကို Sony ကော်ပိုရေးရှင်းမှ စတင်မိတ်ဆက်တီထွင်နိုင်ခဲ့ပါတယ်။အဲဒီမီးသီးအမျိုးအစားမှာသံမဏိဇကာပြားအစား၊ခပ်တင်းတင်းဆွဲထားတဲ့ ထောင်လိုက်ဝါယာကြိုးလေးတွေကို အရောင်ပိုင်းခြားတဲ့အစိတ်အပိုင်း သဖွယ်အသုံးပြုထားပါတယ်။ အဲဒါကို aperture grill လို့ခေါ်ပါတယ်။ aperture grill CRT မှာ phosphor တွေကိုအစက်လေးများ သဏ္ဍာန်အစား-အစင်းလေး(strips)များသဏ္ဍာန်coated လုပ်ထားပါတယ်။ပုံ (၄-၄-ဂ)ရှု။အဖြူ/အမည်း CRT မှာတော့တစ်ရောင်တည်းရှိ phosphor ကိုအသုံးပြုတဲ့အတွက်အရောင်ပိုင်းခြားစရာမလိုပါဘူး။ ဒါကြောင့် shadow mask (aperture grill)မလိုအပ်ပါဘူး။color CRT တွေမှာထည့်ထားတဲ့ shadow mask၊ aperture grill တွေဟာအရှိန်ပြင်းစွာရွေ့လျားနေတဲ့အီလက်ထရွန်တွေနဲ့ဆောင့်မိမှုကြောင့် x-ray အပျော့စားတစ်မျိုးထုတ်လုပ်စေပါတယ်။အဲဒီ x-ray ဟာအကြောင်းအရင်းခံအမျိုးမျိုးကြောင့်အားပြင်းလာပြီဆိုရင်၊မော်နီတာအသုံးပြုသူကိုဓါတ်ရောင်ခြည်သင့်မှုအန္တရယ်ကျရောက်စေပါတယ်။color CRT monitor တွေဒီဇိုင်းချရရင်ရှောင်လွှဲလို့မရတဲ့အဲဒီ x-ray ရောင်ခြည်ရဲ့ပြင်းအားအဆင့်(level)ကို 0.5mR/hr(miliroentgen per hour)ထက်မကျော်ဖို့အပြည်ပြည်ဆိုင်ရာကျန်းမာရေးအဖွဲ့ကြီးမှပြဋ္ဌာန်းသတ်မှတ်ထားပါတယ်။B & W CRTတွေမှာတော့အရောင်ပိုင်းခြားပေးတဲ့shadow mask(aperture grill)မပါတဲ့အတွက် x-ray မထွက်ပါဘူး။aperture grill CRT ဟာ screen ပေါ်ကျရောက်မယ့်အီလက်ထရွန်တွေကို shadow mask ထက်ပိတ်ဆို့တားဆီးထားမှုနည်းပါးတဲ့အတွက် anode ဗို့အားမြင့်မားစွာပေးသွင်းရန်မလိုပဲ၊အဲနုဒ်ဗို့အားအနည်းငယ်မျှလောက်ဖြင့်ပင်(16kVလောက်ဖြင့်ပင်)၊အလင်းလုံလောက်စွာထုတ်ပေးနိုင်ပါတယ်။ shadow mask CRT တွေဟာအီလက်ထရွန်ဆုံး ရှုံးမှုများတဲ့အတွက် Anode potential (25kVအထိ)မြင့်မြင့်ပေးမှလုံလောက်တဲ့အလင်းကိုပေးနိုင်ပါတယ်။aperture grill CRT တွေဟာအဲနုဒ်ဗို့အားအနည်းငယ်သာသုံးရတဲ့အတွက် x-ray ရောင်ခြည်ထွက်ပေါ်မှုအဆင့်ဟာ shadow mask CRT တွေထက်ပိုပြီးနည်းပါတယ်။ဒါကြောင့်လည်း sony မှတီထွင်ခဲ့တဲ့ trinitron CRT ဟာ သူ့ခေတ်သူ့အခါတုန်းက-ဘုရင်တစ်ဆူဖြစ်ခဲ့တာပါ။

■ **Pincushion Correction-** CRT မီးသီးတွေရဲ့အီလက်ထရွန်တန်းကို သာမန်အားဖြင့်မီးသီး screen ရဲ့ဗဟိုမှတ်ကိုချိန်ထားပါတယ်။အဲဒီအီလက်ထရွန်တန်းကိုမျက်နှာပြင်တပြင်လုံး raster ဖြစ်ပေါ်လာအောင် scanning လုပ်ယူတဲ့အခါ DY ရဲ့အောက် deflection point မှ screen

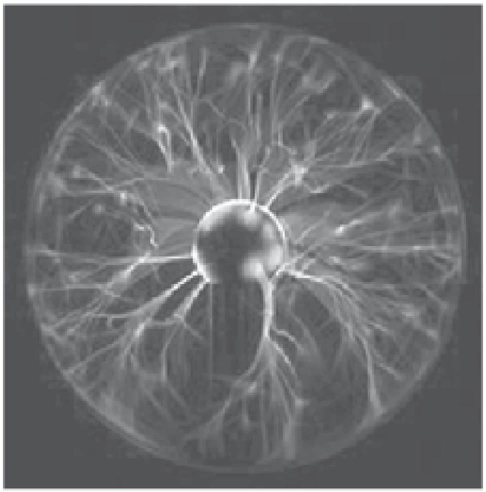
အလယ်မှတ်အနီးတဝိုက်အကွာအဝေးနဲ့ screen ရဲ့ထက်အောက်ဘယ်ညာဘေးများဆီသို့အကွာအဝေးတွေဟာစက်လုံးရဲ့အချင်းဝက်အဖြစ်တူညီအောင်ထားမယ်ဆိုရင်၊ပုံဖော်မီးသီးမျက်နှာပြင်ဟာတော်တော်လေးခုံးနေမှာဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီမျက်နှာပြင်ခုံးပုံ screen ပေါ်မှာရုပ်ပုံဖော်တဲ့အခါဂျီဩမေတြီဆိုင်ရာ ပုံပျက်ခြင်းကိုဖြစ်စေတဲ့ အတွက်အချိုးအစားမကျတဲ့ပုံရိပ်များကိုသာပေးပါလိမ့်မယ်။မီးသီးမျက်နှာစာကို ပြန့်ကားလိုက်တဲ့အခါမှာတော့ အဲဒီပုံပျက်မှုပျောက်ကွယ်သွားမှာဖြစ်ပေမယ့် screen ရဲ့ထက်၊အောက်၊ဘယ်၊ညာတည်နေရာများနဲ့ screen ရဲ့အလယ်နေရာအနီးတဝိုက်နေရာတို့ရဲ့ deflection point မှအကွာအဝေး(အချင်းဝက်)တို့ဟာမတူတော့ပါဘူး။ဒီအခါမှာ screen ရဲ့ထက်အောက်ဘယ်ညာနေရာတွေရဲ့ raster (အလင်းပြင်)ကိုကြည့်ရင်၊လေးဖက်လေးတန်ခွက်နေတာကိုတွေ့ရပါလိမ့်မယ်။အခုလိုထက်အောက်ဘယ်ညာဘေးများခွက်နေတဲ့ raster ဖြစ်စေတဲ့ပြစ်ချက်မျိုးကိုပင်အပ်စိုက်ဖုံအလင်းပုံပျက်ခြင်း (pincushion raster distortion)လို့ခေါ်ပါတယ်။အဲဒီဆိုးကျိုးဖြစ်ရပ်ကို pincushion correction လို့ခေါ်တဲ့အထူးအီလက်ထရွန်းနစ်ပတ်လမ်းနဲ့ပြုပြင်လို့ရပါတယ်။ CRT တို့ရဲ့ face plate screen ကိုအဆောက်အဦးနံရံလိုမျိုးလုံးဝပြန့်နေဖို့ဆောင်ရွက်ချင်ရင်နည်းပညာအလွန်မြင့်မားပြီး၊ဈေးလည်းအရမ်းကြီးတဲ့အလွန့်အလွန်ကောင်းတဲ့ pincushion correction circuit မျိုးကိုအသုံးပြုဖို့လိုပါတယ်။ဒါကြောင့်စရိတ်စက-အသင့်အတင့်သာရှိတဲ့အများသုံး CRT မော်နီတာတို့ရဲ့ပုံရိပ်ထင်မျက်နှာပြင်ဟာနည်းနည်းတော့ခုံးမှာပါ။အဲဒီအချက်ဟာCRT တို့ရဲ့အားနည်းချက်တစ်ခုဖြစ်တယ်ဆိုတာသတိပြုကြဖို့တင်ပြလိုက်ပါရစေ။ pinchshion ပြဿနာဟာဒီနေ့ displayနည်းပညာသစ်တွေမှာမရှိတော့ပါဘူး။ရှေးခေတ်CRTတွေမှာပဲ၊တွေ့ရမှာပါ။ဘာပဲဖြစ်ဖြစ်သူ့ခေတ်သူ့အခါအလိုက်ပေါ်ထွန်းခဲ့တဲ့ပညာရှင်ကြီးတွေရဲ့ကြိုးပမ်းဖြေရှင်းမှုကိုတော့ကျွန်တော်တို့ဂုဏ်ပြုမှတ်တမ်းတင်ရမှာပါ။

4.2.2: Plasma Display

■ **Technology of Plasma-** စကားလုံးကြီးမြင်ပြီးလန့်ဖျား-မဖျားသွားကြပါနဲ့ဦး။plasma display နည်းပညာဟာလက်ရှိသုံးနေတဲ့အိမ်သုံး ဖန်မီးချောင်းတို့၊ နီယွန်ဆိုင်းဘုတ်မီးချောင်းတို့ တည်ဆောက်တဲ့နည်းပညာကိုနည်းနည်းလေးမွမ်းမံထားတာပါ။plasma displays တွေဟာတောက်ပတဲ့ displays အမျိုးအစားတွေဖြစ်ကြပါတယ်။သဘာဝမှာတွေ့ရတဲ့အရောင်အသွေးမျိုးစုံကိုကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်ထုတ်လုပ်ပေးနိုင်စွမ်းရှိပါတယ်။ထောင့်ဖြတ်အတိုင်းအတာပမာဏ150 inches (3.8m)အထိရှိအတော်အသင့်ကြီးမားတဲ့အရွယ်အစားအထိထုတ်လုပ်နိုင်ပါတယ်။စက်ပိတ်ထားတဲ့အခြေအနေမှာရှိတဲ့ plasma screen ရဲ့ပုံမှန်အလင်းပြင်းအားအဆင့်ကို LCD screen နှင့်နှိုင်းယှဉ်ကြည့်မယ်ဆိုရင်ပိုပြီးနက်မှောင်နေတာတွေ့ရပါတယ်။အဲဒီချက်ဟာဘာကိုအထောက်အကူပြုသလဲဆိုတော့ ရုပ်ပုံရဲ့ contrast range ကိုတိုးတက်စေပါတယ်။ဒါကြောင့် plasma display တွေဟာရုပ်ပုံကိုထင်ရှားပြတ်သားပေါ်လွင်ကွဲပြားစွာထုတ်လုပ်ပေးနိုင်ပါတယ်။plasma dispplay panel တို့ရဲ့အထူဟာပင်ကိုယ်အားဖြင့် 6cm(2.5 inches)မျှသာရှိပြီး၊အီလက်ထရွန်းနစ်ပတ်လမ်းများအပါအဝင် monitor တလုံး-လုံးစာရဲ့အထူ



(က) PDP အတွင်းပိုင်းတည်ဆောက်ပုံ



(ခ) Plasma display အတွင်းမှ ionized gas

ပုံ(၄-၅) Plasam Display Panel(PDP) အခြေခံသဘောတရား

ဟာ10cm(4 inches)အောက်မှာသာရှိပါတယ်။1m^2 screen size အတွက်ပါဝါစားသုံးမှုပမာဏဟာ CRT (သို့) AMLCD displays တို့နည်းတူအလွန်များပြားပါတယ်။ပါဝါစားသုံးမှုပမာဏဟာ screen ပေါ်မှာဖော်ထုတ်မယ့်ရုပ်ပုံအလင်း/အမှောင်ပေါ်မှာမူတည်ပါတယ်။တောက်ပတဲ့ရှုခင်းတွေဟာပါဝါစားသုံးမှုများပြားပြီးမှောင်တဲ့ရှုခင်းတွေဟာပါဝါပိုပြီးစားသုံးမှုနည်းပါးပါတယ်။ CRT လိုပါပဲ။ပုံမှန်ပါဝါစားသုံးမှုအနေနဲ့ဆိုရင် 50-inches(127cm) screen အရွယ်အစားဟာ 400 watts ခန့်စားသုံးပြီး၊ cinema mode သို့ set လုပ်ထားစဉ်မှာတော့ 200 watts မှ 310 watts အကြားသာစားသုံးပါတယ်။ default အားဖြင့် plasma screens အများစုကို အလင်းရောင်အလွန်အမင်းနည်းပါးစွာထားရှိသော home mode ရဲ့ ၂ဆနီးပါးပမာဏဖြစ်တဲ့ 500-700 watts ခန့်ဖြင့် set လုပ်ထားလေ့ရှိပါတယ်။plasma displays တွေရဲ့သက်တမ်းအရကြည့်မယ်ဆိုရင်actual display time အတွက်နာရီပေါင်း 100,000 ခန့်အထိ အသုံးပြုလို့ရတဲ့အမျိုးအစားတောင်ထွက်လာပါပြီ။တစ်နေ့ကို10 hours သုံးမယ်ဆိုရင် 27 years ခန့် သက်တမ်းရှိပါတယ်။

plasma display screen တွေကို glass နဲ့ပြုလုပ်ထားတာကြောင့် LCD screen ပြုလုပ်တဲ့အခါအသုံးပြုတဲ့ ပစ္စည်းတွေထက်အလင်းပိုပြီးပြန်ထုတ် (reflected လုပ်)ပေးပါတယ်။ဒီအတွက်ကြောင့် viewing area အတွင်းမှာရှိတဲ့ အလင်းပြန်ဝတ္ထုပစ္စည်းများအား စူးရှစွာအလင်းပြန်မှုကိုဖြစ်စေတတ်ပါတယ်။အဲဒီအချက်ကြောင့်ထုတ်လုပ်သူတွေဟာနောက်ပိုင်းထုတ် plasma screen တွေကိုအလင်းတောက်ပမှုစစ်ပစ္စည်း(anti-glare filter material)ဖြင့်သုတ်လိမ်းဖုံးလွှမ်းထုတ်လုပ်လာကြပါတယ်။ယခုလက်ရှိနေအထားအရ-screen size32 inches ထက်ငယ်တဲ့ plasma display ကို စီးပွားဖြစ်ထုတ်လုပ်ရောင်းချခြင်းမရှိပါဘူး။32 inches အရွယ်တွေတောင်ထုတ်လုပ်သူအနည်းစုလောက်သာ enhenced-defination television(EDTV) plasma display တွေအတွက်ရည်ရွယ်ပြီး plasma HDTVs အနေနဲ့အနည်းအကျဉ်းထုတ်လုပ်တာပါ။ကြီးမားတဲ့ကားချပ်အရွယ်အစားထုတ်လုပ်မှုနည်းပညာဆီသို့ဦးတည်လျှောက်လှမ်းလျှက်ရှိတဲ့ယနေ့အခါသမယတွင် 32 inches အရွယ်အစားတွေဟာ၊လျှင်မြန်စွာပျောက်ကွယ်လာနေပြီဖြစ်ပါတယ်။

■ **Structure of The Plasma Display Panel-** plasma display panel ပြုလုပ်ထားပုံကိုအနည်းငယ်ဖော်ပြပါ့မယ်။ပလာစမာ(plasma)ဆိုစကားအဓိပ္ပါယ်ဟာဆေးပညာသဘောနဲ့ပြောရင်၊လူ့ခန္ဓာကိုယ်သွေးကြောတွေထဲမှာသွေးဥလေးတွေရွေ့မျောလို့ရအောင်သဘာဝကဖန်တီးပေးအပ်ထားတဲ့အရည်တစ်မျိုးကိုခေါ်တာဖြစ်ပါတယ်။ဒီနေရာမှာတော့လျှပ်စစ်ဓါတ်ဆောင်အိုင်းယွန်းပြုဓါတ်ငွေ့လေးတွေ(electrically charged ionized gases)ထည့်ထားတဲ့ဆဲ(လ်)အကန့်သေးလေးတွေထဲမှာအီလက်ထရွန်မှုံလေးတွေရွေ့လျားစေကာ၊အလင်းရောင်ထုတ်လုပ်တဲ့နည်းစဉ်အဖြစ်တင်စားအမည်ပြုထားတာဖြစ်တယ်လို့ရှုမြင်ပါ။

ပုံမှန်အားဖြင့်ဖန်နဲ့ပြုလုပ်ထားတဲ့ plasma display panel ပြားနှစ်ချပ်အကြားအကန့်နေရာလေးတွေမှာအလွန်သေးငယ်လှတဲ့ဆဲ(လ်)ငယ်လေးပေါင်းသန်းပေါင်းများစွာရှိပါတယ်။အဲဒီအကန့်လေးတွေ(သို့)ချိုင့်ခွက်လေးတွေ(သို့)ဆဲ(လ်)လေးတွေအတွင်းမှာအစွမ်းမဲ့ဓါတ်ငွေ့(noble gases)နှင့်ပြဒါးအနည်းငယ်ရောထားတဲ့အရောအနှောကိုထည့်သွင်းထားပါတယ်။cell ထံသို့ဗို့အားတစ်ရပ်ပေးသွင်းလိုက်တဲ့ချိန်မှာ

cells များအတွင်း မှပြဒါးဟာငွေ့ရည်ဖွဲ့ပြီး plasma အဖြစ်သို့ရောက်ရှိပါတယ်။အဲဒီဖြစ်ရပ်ဟာကျွန်တော်တို့ရုံးသုံး၊အိမ်သုံးစားပွဲတွေပေါ်မှာတွေ့ရတတ်တဲ့ရောင်ပြောင်းတောက်မီးချောင်း(fluorescent lamps)တွေအလုပ်လုပ်ပုံနဲ့တထေရာတည်းတူပါတယ်။အဲဒီ plasma အတွင်းမှာအီလက်ထရွန်တွေရွေ့လျားတဲ့အခါအီလက်ထရွန်စီးကြောင်းဖြစ်ပေါ်ပြီး၊အီလက်ထရွန်အချို့ဟာပြဒါးမှုံတွေကိုဝင်ဆောင့်မိပါတယ်။အဲဒီအခါပြဒါးမှုံတို့ရဲ့မော်လီကျူးတွေမှာအခိုက်အတန့်အားဖြင့်စွမ်းအင်များပိုလျှံမြင့်တက်လာပြီး၊ခရမ်းလွန်ရောင်ခြည်ဖိုတွန်(ultraviolet photons) တွေကိုထုတ်လုပ်ပေးပါတော့တယ်။အဲဒီ UV ဖိုတွန်တွေဟာcell ရဲ့အတွင်းဖက်အကန့်တွေမှာသုတ်လိမ်းထားတဲ့ ရောင်ပြောင်းတောက်ဓါတ်ဆေးသား(phosphor)ကိုရိုက်ခတ်ပါတယ်။UVဖိုတွန်ဟာ phosphorမော်လီကျူးတစ်ခုကို ထိရိုက်လိုက်တဲ့အခါတိုင်း၊အဲဒီဖော်စဖာမော်လီကျူးရဲ့အပြင်ဖက်ဆုံးအီလက်ထရွန်ပတ်လမ်းမှာလှည့်နေတဲ့အီလက်ထရွန်မှုံရဲ့စွမ်းအင်ဆင့်ကိုမြင့်တက်သွားစေပါတယ်။အဲဒီဖြစ်ရပ်ကိုအီလက်ထရွန်တည်ငြိမ်ခြေ (stable state)မှတက်ကြွခြေ(unstable state)သို့ပြောင်းတယ်လို့ခေါ်ပါတယ်။အဲဒီနောက် cell ထံသို့ပေးသွင်းထားတဲ့ဗို့အားကိုဖယ်ရှားလိုက်တဲ့အခါတက်ကြွခြေရောက်နေတဲ့အီလက်ထရွန်မှုံ(unstable electrons)တွေဟာသူတို့ပိုင်ဆိုင်ထားတဲ့စွမ်းအင်ပိုတွေကို ပြန်လွှတ်ကာ နဂိုလ်ပတ်လမ်းသို့ပြန်ဆင်းပြီး၊ တည်ငြိမ်ခြေအီလက်ထရွန်များ(stable electrons)အဖြစ်သို့ပြန်လည်ရောက်ရှိပါတယ်။ဒီချိန်မှာအီလက်ထရွန်တွေထုတ်လွှတ်ခဲ့တဲ့စွမ်းအင်ပိုဟာ UV light ထက်စွမ်းအင်ခြေနိမ့်တဲ့ဖိုတွန်အဖြစ်ပြောင်းလဲပါတယ်။အဲဒီစွမ်းအင်နိမ့်ဖိုတွန်တွေအနက်စွမ်းအင်အများစုကို အနီအောက်တာခွင်(infra red range)အတွင်းထုတ်လွှတ်ပြီး 40%ကိုတော့မြင်နိုင်အလင်းတာခွင်(visible light range)အတွင်းထုတ်လွှတ်ပါတယ်။တနည်းအားဖြင့် cells များသို့ပေးသွင်းလိုက်တဲ့စွမ်းအင်အများစုဟာအပူ(infrared)အဖြစ်သို့ပြောင်းလဲပြီး၊အနည်းစုကတော့မြင်နိုင်အလင်း(visible light)အဖြစ်သို့ပြောင်းလဲသွားတယ်လို့ဆိုလိုပါတယ်။မတူတဲ့အရောင်များထုတ်လုပ်စေရန်၊ မတူတဲ့ phosphor အမျိုးအစားတွေကို cells တွေရဲ့အတွင်းနံရံတွေမှာသုတ်လိမ်းထားပါတယ်။ plasma display တစ်ခုအတွင်းမှ pixel တစ်ခုစီကို visible light ရဲ့ primary colors (R,G,B)များဖြင့်ဖွဲ့စည်းထားတဲ့ cell သုံးမျိုးဖြင့်ပြုလုပ်ထားတတ်ပါတယ်။အဲဒီ cells တွေဆီပေးသွင်းထားတဲ့ signal voltage ပမာဏကို ပြောင်းလဲပေးခြင်းဖြင့်လူ့မျက်လုံးနဲ့မြင်နိုင်တဲ့အရောင်အမျိုးမျိုးကိုဖန်တီးယူနိုင်ပါတယ်။plasma display panel တစ်ခုဟာဖန်ပြားနှစ်ချပ်အကြားချထားတဲ့သေးငယ်တောက်ပသော cells ပေါင်းရာထောင်ချီပါဝင်ဖွဲ့စည်းထားတဲ့ array တစ်ခုသာဖြစ်ပါတယ်။စင်စစ်အားဖြင့် cell တစ်ခုစီဟာသဘာဝအတိုင်းတွေ့ရခဲ့တဲ့ဓါတ်ငွေ့တွေဖြစ်တဲ့. . . နီယွန်(neon),ဇီနွန်(xenon),နှင့်အခြားအစွမ်းမဲ့ဓါတ်ငွေ့တမျိုးမျိုးဖြည့်ထားတဲ့နီယွန်မီးသီး(neon lamp)အသေးလေးတစ်ခုလို့မြင်နိုင်ပါတယ်။electrodes တွေမှ တဆင့် cells များသို့လျှပ်စစ်စက်ကွင်း(ဗို့အား)တစ်ရပ်ပေးသွင်းတဲ့အခါ အဲဒီ cells တွေဟာအလင်းရောင်ထွက်လာပါတယ်။ဖန်ပြားနှစ်ချပ်အကြား cells တွေရဲ့ရှေ့နှင့်နောက်ဖက်နေရာတွေမှာရှည်လျှားတဲ့လျှပ်ခေါင်းများသဖွယ်လျှပ်ကူးပစ္စည်းအစင်းကြောင်းလေးတွေကိုဖန်တီးထားပါတယ်။cells တွေရဲ့နောက်ဖက်မှာရှိတဲ့မှန်ပြားရဲ့နောက်ဖက်မျက်နှာပြင်တောက်လျှောက်မှာနေရာချထားတဲ့ electrodes တွေကို address electrodes တွေလို့ခေါ်ပြီးအလင်းဖြတ်လို့မရအောင်အလင်းပိတ်ပြုလုပ်ထားပါတယ်။အလင်းဖောက်နိုင်တဲ့အကြည်ရောင် display electrodes တွေကိုတော့ cells တွေရဲ့ရှေ့ဖက်မှာရှိတဲ့ရှေ့မှန်ချပ်ပြားတလျှောက်မှာနေရာ

ချထားပါတယ်။ပုံ(၄-၅-က)မှာတွေ့ရတဲ့အတိုင်း electrodes တွေကိုလျှပ်မကူးနိုင်တဲ့ဆေးသားလွှာ (insulating protective layer)တစ်ခုဖြင့်ဖုံးအုပ်ထားပါတယ်။ရှေ့နှင့်နောက်မှန်ချပ်နှစ်ခုအကြားရှိ cellတစ်ခုရဲ့လမ်းကြောင်းကိုခွလျှက်ရှိတဲ့ electrodes တွေကို charge လုပ်လိုတဲ့အခါဗို့အားခြားနားချက်တစ်ရပ်ကို control circuitry မှနေ၍ charge လုပ်လိုတဲ့ electrodes တွေထံပေးသွင်းရပါတယ်။ဒီအခါမှာcellရဲ့ဓါတ်ငွေ့အတွင်းမှအက်တမ်အချို့ဟာအီလက်ထရွန်တွေလွတ်ထွက်သွားပြီး ionized ဖြစ်လာကာလွတ်လပ်အီလက်ထရွန်များနှင့်အိုင်ယွန်းများကြောင့်အဲဒီဓါတ်ငွေ့ဟာလျှပ်ကူးနိုင်တဲ့ plasma atoms တွေဖြစ်လာပါတယ်။ plasma အတွင်းရွေ့လျားစီးဆင်းနေတဲ့အီလက်ထရွန်တွေဟာအစွမ်းမဲ့ဓါတ်ငွေ့နှင့်တိုက်ခိုက်မှုများဖြစ်ပွားတဲ့အခါအလင်းထုတ်လွှတ်မှု(light emission)ကိုဖြစ်စေပါတယ်။အဲဒီလိုအလင်းထုတ်တဲ့ plasmas တွေကို glow discharges လို့ခေါ်ပါတယ်။

■ **Monochrome and Color Panels**- monochrome plasma panel မှာအများဆုံးသုံးလေ့ရှိတဲ့ဓါတ်ငွေ့မျိုးအစားကတော့နီယွန်(Neon)ဖြစ်ပြီး၊သူ့ရဲ့အရောင်ဟာနီယွန်ဖြည့်မီးသီး(neon lamp)ရဲ့သဘာဝအတိုင်းလိမ္မော်ရောင်ဖြစ်ပါတယ်။cell တစ်ခုအတွင်း glow discharge တစ်ခုကို initiated တစ်ကြိမ်လုပ်ထားပြီး၊ ionizing voltage(high voltage)ကိုဖယ်ရှားပစ်လိုက်တဲ့တိုင်အောင် horizontal နှင့် vertical electrodes တွေအကြား low level voltage တစ်ရပ်ဆက်လက်ပေးသွင်းထားခြင်းဖြင့် အဲဒီ glow dsichargeကို maintained လုပ်ထားလို့ရပါတယ်။ cell တစ်ခုကို erase လုပ်ချင်တယ်ဆိုရင်တော့ electrodes စုံတွဲတွေအားလုံးမှာပေးထားတဲ့ ဗို့အားတွေကိုလုံးဝဖယ်ရှားပစ်လိုက်ရပါမယ်။ယခုရှင်းပြနေတဲ့ plasma panel အမျိုးအစားဟာပင်ကိုယ် memory တစ်ခုသဖွယ်မြင်နိုင်ပါတယ်။ hysteresis ပမာဏကိုမြှင့်တင်ချင်တယ်ဆိုရင်တော့နီယွန်ဓါတ်ငွေ့ (neon)ထဲနိုက်တြိုဂျင်ဓါတ်ငွေ့(nitrogen)နည်းနည်းထည့်ပေးရပါတယ်။

color panels တွေမှာဆိုရင် cells အကန့်လေးတစ်ခုစီရဲ့နောက်ကျောဖက်ကို phosphor သုတ်လိမ်းထားပါတယ်။plasma မှထုတ်လွှတ်လိုက်တဲ့ultraviolet photons တွေဟာအဲဒီ phosphors တွေကို excite လုပ်တဲ့အခါ phosphorအမျိုးအစားပေါ်မူတည်ပြီး၊မျက်လုံးနဲ့မြင်နိုင်တဲ့အနီ(သို့)အစိမ်း(သို့)အပြာအရောင်တမျိုးမျိုးကိုထုတ်ပေးမှာပါ။ဒီသဘောတရားဟာအိမ်တွေမှာမီးထွန်းဖို့အသုံးပြုတဲ့ မီးချောင်း (fluorescent lamp)နဲ့ရောင်စုံနီယွန်ဆိုင်းဘုတ်မီးတွေအလုပ်လုပ်ပုံနှင့်တထေရာတည်းပါပဲ။

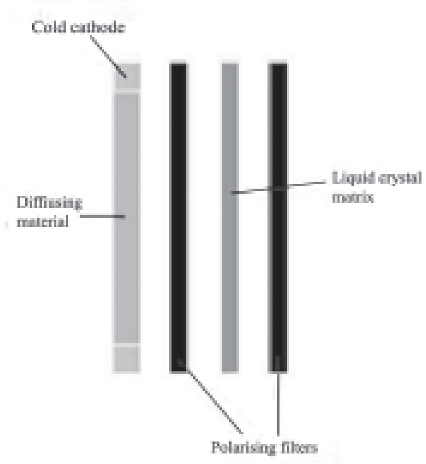
pixel တစ်ခုစီမှာအနီ၊အစိမ်း၊အပြာ. . . အရောင်တစ်ရောင်စီထုတ်ပေးနိုင်တဲ့ phosphors တွေနဲ့သုတ်လိမ်းထားတဲ့ pixel အခွဲသုံးခုစီရှိပါတယ်။color CRT နဲ့ LCD တွေမှာလိုပဲ၊သဘာဝအရောင်အားလုံးကိုအဲဒီအခြေခံအရောင်သုံးရောင်တည်းနှင့်ရောနှောပေါင်းစပ်ယူတာဖြစ်ပါတယ်။နီ၊စိမ်း၊ပြာအရောင်သုံးရောင်ပေါင်းစပ်ပြီးသန်းပေါင်းများစွာသောအရောင်နှောတွေရရှိလာဖို့မှတူတဲ့ cells တွေအတွင်းစီးဆင်းနေတဲ့အီလက်ထရွန်စီးကြောင်းတွေကို တစ်စက္ကန့်အတွင်းထောင်ပေါင်းများစွာသောနှုန်းဖြင့်ပြောင်းလဲနေတဲ့လှိုင်းပြတ်တွေကို control circuit မှထုတ်လုပ်စေပြီး Pulse Width Modulation(PWM)နည်းဖြင့်ထိန်းချုပ်ဆောင်ရွက်စေတာကြောင့် cell တစ်ခုစီရဲ့အလင်းပြင်းအားများပြောင်းလဲစေကာ အရောင်နှောများကိုရရှိလာစေပါတယ်။ plasma displays တွေမှာCRT တွေမှာအသုံးပြုတဲ့ phosphors အမျိုးအစားတွေကိုပဲ၊အသုံးပြုတာကြောင့်RGB ပေါင်းစပ်အရောင်စနစ်သုံးရုပ်မြင်သံကြားနှင့်ကွန်ပျူတာတွေမှာ

လိုမျိုးပဲ၊ပုံရိပ်တွေကိုအလွန်တိကျတဲ့အရောင်တွေနဲ့ဖော်ထုတ်ပေးနိုင်တာတွေ့ရပါတယ်။ DC လိုတည်ငြိမ်စက်ကွင်းနဲ့ plasma display ကိုမောင်းနှင်လို့အလင်းမထွက်ပါဘူး။လှိုင်းပြတ်သဏ္ဍာန်ဗို့အားမျိုးပေးမှသာ အီလက်ထရွန်မှုံများကို stable to unstable, unstable to stable သို့အပြန်အလှန်ဆောင်ရွက်နိုင်မှသာအလင်းထုတ်မည်ဖြစ်ကြောင်းသတိပြုရပါမယ်။

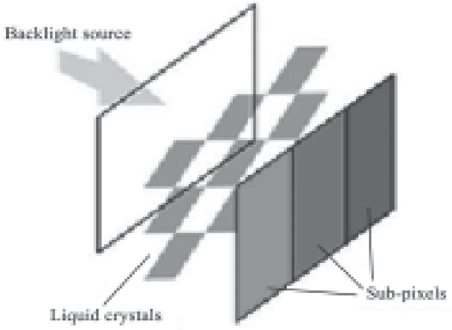
■ **Main Difference From The LCD Display-**plasma displaysတွေဟာ CRT displays တွေနဲ့မတူတဲ့၊အလွန်ခြားနားသောနည်းပညာကိုအသုံးပြုပြီး၊ညီညာပြန့်ပြူးတဲ့အပေါ့စားကားချပ်(lightweight flat screen display)သဏ္ဍာန်မျိုးပြုလုပ်ထားတာမို့ LCD အလုပ်လုပ်ပုံနှင့်တူသယောင်ရောနှောယူဆတတ်ပါတယ်။ LCD တွေမှာ fluorescent lamps ရှည်တစ်ချောင်း(သို့)နှစ်ချောင်းကို screen ရဲ့ backlight source သဖွယ်ကျောဖက်မှထိုးပေးထားရပါတယ်။ဒါပေမယ့် LCD panel ရဲ့ရှေ့မျက်နှာစာပေါ်မှာသုတ်လိမ်းထားတဲ့ အနီ၊ အစိမ်း၊ အပြာ filters များမှဖြတ်ထွက်လာမယ့် backlight အား အရည်ခရစ်စတယ်လေးများမှပိတ်ဆို့ခြင်း၊ဖြတ်သန်းခွင့်ပြုခြင်း. . . စသည်တို့ကို LCD units များမှတံခါးသဖွယ်ဆောင်ရွက်ပေးတာကြောင့်ကွဲပြားတဲ့အရောင်နှောတွေကို plasma display နည်းနဲ့မတူတဲ့နည်းဖြင့်ဖော်ထုတ်ပေးတာဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီအချက်ဟာ LCD နဲ့ plasma ရဲအဓိကခြားနားချက်လို့ဆိုရပါမယ်။ကိုင်း-ဒါလောက်ဆိုရင် plasma display screen အခြေခံသဘောတရားကိုရေးရေးလေးလောက်တော့မြင်လောက်ပြီထင်ပါတယ်နော်။

4.2.3: LCD Display

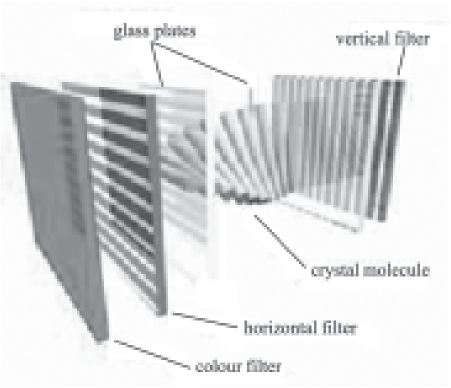
■ **LCD's Advantages And Usages- L**iquid **C**rystal **D**isplay လို့ခေါ်တဲ့ LCD screenမှာ အခြား display screen တွေနဲ့မတူတဲ့ကောင်းကွက်တွေအများကြီးရှိပါတယ်ပကတိညီညာပြန့်ပြူးတဲ့မျက်နှာပြင်ရှိခြင်း၊ screen ထုအလွန်ပါးလွှာခြင်း၊ အားလုံးထဲမှာပါဝါစားသုံးမှုအနည်းဆုံးဖြစ်ခြင်း၊အလေးချိန်ပေါ့ပါးခြင်း၊ flickerအကျိုးတရားကင်းခြင်း၊ ဘေးအန္တရယ်ဖြစ်စေတတ်တဲ့ရောင်ခြည်များဖြာထွက်မှုဖြစ်နိုင်စွမ်းနည်းပါးခြင်း. . . စတဲ့အချက်တွေဟာနှစ်သက်ဖွယ်ရာဆွဲဆောင်မှုတွေလို့ဆိုရပါမယ်။ဒီနေ့လူ့ဘောင်လောကကြီးကိုကြည့်ရင် LCD display တွေဟာတွင်တွင်ကျယ်ကျယ်နေရာယူလာကြတာ အားလုံးသိပြီးဖြစ်မှာပါ။ကွန်ပျူတာမော်နီတာ၊တယ်လီဗီးရှင်း၊ instrument panel၊လေယာဉ်မောင်းနှင်ခန်းသုံးညွှန်ပြဒိုင်ခွက်များ၊အမှတ်အသားသင်္ကေတအမျိုးမျိုး၊ဗီဒီယိုပြစက်(MP4)၊ ဗီဒီယိုဂိမ်း၊ တိုင်ကပ်နာရီ၊ လက်ပတ်နာရီ၊ ဂဏန်းတွက်စက်၊ လက်ကိုင်ဖုန်း. . . စတဲ့ပစ္စည်းတွေဟာ LCD နဲ့တန်ဆာဆင်ထားတဲ့ပစ္စည်းအချို့လောက်ပဲ၊ရှိပါသေးတယ်။အခုဆိုရင် CRT အသုံးပြုတဲ့နေရာတိုင်းလိုလိုမှာ LCD နဲ့အစားထိုးနေရာယူလာပါပြီ။screen အရွယ်အစားအရလည်း CRT နှင့် plasma တို့ထက်ပိုကြီးတဲ့အရွယ်အစားအထိထုတ်လုပ်နိုင်ပါပြီ။LCD ဟာ phosphor အသုံးပြုဖို့မလိုတဲ့ display တစ်မျိုးဖြစ်တာကြောင့် image burn-in ဖြစ်ခြင်းကင်းပါတယ်။စွမ်းအင်သုံးစွဲမှုအရမ်းနည်းတဲ့အတွက်ဓါတ်ခဲ



(က) LCD panel အတွင်းအလွှာများဖွဲ့စည်းထားပုံ



(ခ) LCD panel အတွင်း Back light နှင့် Color filters အကြားရှိ Liquid Crystal



(ဂ) LCD panel အတွင်း Liquid cryatal မော်လီကျူးများ Twisted ဖြစ်နေပုံ

ပုံ(၄-၆) LCD display အခြေခံသဘောတရားပြပုံကြမ်း

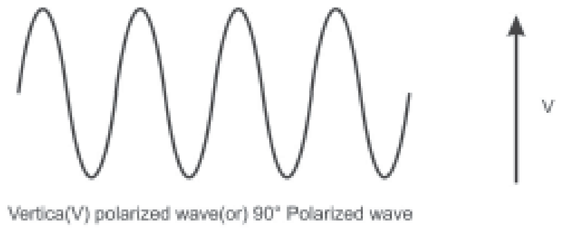
(သို့)ဘက်ထရီဖြင့်နာရီပေါင်းများစွာသုံးလို့ရပါတယ်။

LCD နည်းပညာဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်လာမှုရဲ့အစဟာပုံဆောင်ခဲအရည်(liquid crystal)စတင်တွေ့ခဲ့တဲ့ ၁၈၈၈ခုနှစ် ကလို့ဆိုနိုင်ပါတယ်။ဒီနေ့ ၂၀၁၁ခုနှစ်အထိကမ္ဘာနှင့်အဝှမ်း LCD တီဗီရောင်းချရမှုကိန်းဂဏန်းကိုကြည့်ရင် CRT တီဗီတွေဘယ်လိုမှယှဉ်လို့မရအောင်အလဲထိုးအနိုင်ရခဲ့ပြီဖြစ်ပါတယ်။နောက်ပိုင်းမှာ-သူပဲ ကျန်တော့မှာမို့သူ့အကြောင်းကိုနည်းနည်းလောက်တော့အကျယ်တဝံ့ပြောပါ့မယ်။တတ်နိုင်သမျှအပိုဒ်ငယ်လေးတွေနဲ့ရေးပေးထားပါတယ်။ဖြတ်ဖြတ်ပြီးနားနားဖတ်လို့ရအောင်ပါ။

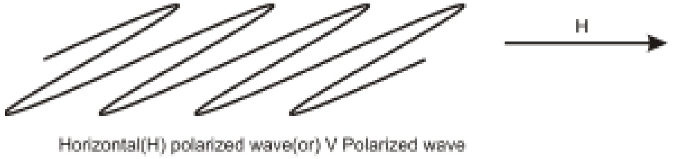
■ **How To Operate The LCD-** LCD ရဲ့လျှို့ဝှက်ချက်တွေကိုသိချင်ရင်အလင်းရဲ့ polarity နဲ့ဆိုင်တဲ့ concept တွေကို ဦးစွာနားလည်သဘောပေါက်ဖို့လိုပါတယ်။ကွမ်တမ်မက္ကင်းနစ်(quamtum mechanics)အဆိုအရအလင်းဟာအမှုံလို့ယူဆပြီး၊ဟိုင်ဂင်(hyugens)ရဲ့ရှေးရိုးအယူအဆအရဆိုရင်လှိုင်း(wave)(သို့)လျှပ်စစ်သံလိုက်လှိုင်း(electromagnetic wave)သဖွယ်မှတ်ယူပါတယ်။အလင်းလှိုင်းအယူအဆကို ရှေးရိုးသီအိုရီဆိုပြီးအထင်တော့မသေးလိုက်ပါနဲ့လှိုင်းထပ်ခြင်း၊လှိုင်းကွေ့ခြင်း၊အရောင်များဖြစ်ပေါ်ခြင်း. . . တို့နဲ့ဆိုင်တဲ့သဘောတရားတွေကို အလင်းရဲ့လှိုင်းအယူအဆနဲ့ဖြေရှင်းမှပြေလည်ပါတယ်။ဒီခေတ်မှာရေပန်းစားလာတဲ့ ဆိုလာဆဲလ်(solar cell)ရဲ့ဖြစ်စဉ်ကိုအလင်းရဲ့အမှုံအယူဆနဲ့ဖြေရှင်းမှသာပြေလည်တာတွေ့ရပါတယ်။ဒါကြောင့်အလင်းဟာလှိုင်း-အမှုံဒွိသဘာဝဆောင်တယ်လို့မြင်ထားပါ။

အပ်ပေါက်လေးအရွယ်မျှဖောက်ထားတဲ့စက္ကူကဒ်ပြားမှဖြတ်ထွက်လာတဲ့အဖြူရောင်အလင်းတန်းသေးလေးကိုသုံးမြှောင့်ပုံစံဖန်တုံးတစ်တုံးထဲထည့်ပြီး၊ဖန်တုံးရဲ့အခြားတစ်ဖက်မှာကဒ်ထူစက္ကူဖြူနဲ့ခံကြည့်လိုက်ရင်အနီ(red)၊လိမ္မော်(orange)၊အဝါ(yellow)၊အစိမ်း(green)၊အပြာ(blue)၊မဲနယ်(indigo)၊ခရမ်း (violet) . . . အစဉ်အတိုင်းစီနေတဲ့ရောင်စဉ်ပြား(spectrum)တစ်ခုကိုတွေ့ရပါမယ်။အဲဒီရောင်စဉ်ကို သက်တန့်ရောင်စဉ်(rainbow spectrum)လို့ခေါ်ပါတယ်။အဲဒီမှာအနီရောင်ရဲ့လှိုင်းအလျား(wavelength)ဟာအရှည်ဆုံး(700nm ခန့်)ဖြစ်ပြီး၊ခရမ်းရောင်ရဲ့လှိုင်းအလျားဟာအတိုဆုံး(380nmခန့်)ဖြစ်တာတွေ့ရပါတယ်။အလင်းရဲ့လှိုင်းအလျားအတို/အရှည်ဟာအရောင်ကိုအဆုံးအဖြတ်ပေးတယ်ဆိုတဲ့အချက်ကိုတော့မမေ့ပါနှင့်။ပုံ(၄-၆)မှာ LCD display အခြေခံသဘောကိုဖော်ပြထားပါတယ်။

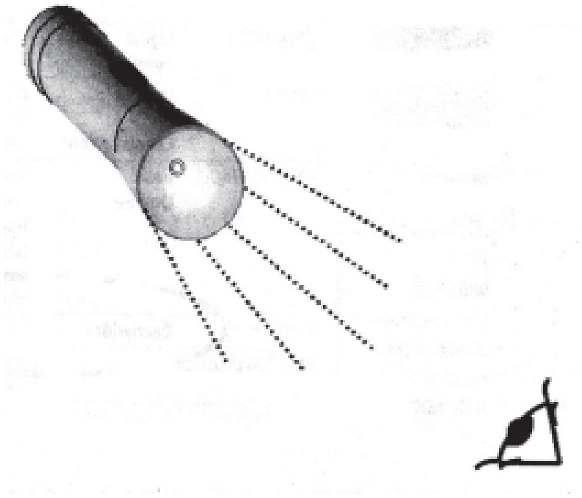
အလင်းပင်ရင်းတစ်ခုမှဖြာထွက်လာတဲ့အလင်းလှိုင်းတွေဟာသုံးဖက်မြင်(three dimension)နယ်ပယ်အတွင်းဘယ်လိုပုံစံနဲ့ခရီးသွားကြသလဲဆိုတာကျွန်တော်တို့နည်းနည်းစူးစမ်းကြည့်ကြရအောင်။ရှည်လျားတဲ့ကြိုးတစ်ချောင်းရဲ့အစွန်းတဖက်ကိုလက်ဖြင့်ကိုင်ထားပြီး၊အခြားတဖက်ကိုတိုင်တစ်တိုင်မှာချည်နှောင်ကာခပ်လျှော့လျှော့လေးဖြစ်နေတဲ့အဲဒီကြိုးကိုအထက်အောက်အဆက်မပြတ်ခါရမ်းတဲ့အခါထောင့်မတ်ပြင်ညီအတိုင်းရွေ့လျားနေတဲ့ကြိုးလှိုင်းပြတ်ပုံစံကိုတွေ့ရမှာပါ။အဲဒီလှိုင်းမျိုးကိုထောင့်မတ်ပြင်ညီသန့်လှိုင်း(vertical polarized wave)လို့ခေါ်ပါတယ်။ပုံ(၄-၇-က)ရှု။နောက်တစ်ခါလက်ကိုရေပြင်ညီအတိုင်းအလျားလိုက်လှုပ်ခါရမ်းနေတဲ့အခါမှာတော့ရေပြင်ညီသန့်လှိုင်း(horizontal polarezed wave)လို့ခေါ်တဲ့လှိုင်းမျိုးကိုရရှိပါတယ်။ပုံ(၄-၇-ခ)ရှု။တကယ်လို့လက်ကိုအထက်/အောက်/ဝဲ/ယာ-သာမက အခြားကျန်ဦးတည်ဖက်များအတိုင်းအဖက်ဖက်သို့လှုပ်ရမ်းတဲ့အခါအရပ်မျက်နှာအဖက်ဖက်ဦးလှည့်နေတဲ့ပြင်ညီသန့်လှိုင်းသဏ္ဍာန်ကြိုးလှိုင်းများကိုဖြစ်စေပါတယ်။ပုံ(၄-၇-ဃ)ရှု။အလင်းပင်ရင်းတစ်ခုမှထုတ်လွှတ်ပေးလိုက်တဲ့



(က) Vertical polarized wave

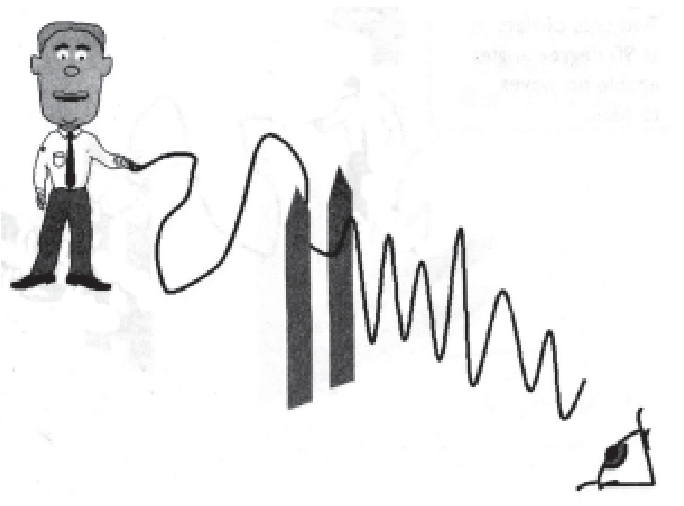


(ခ) Horizontal polarized wave

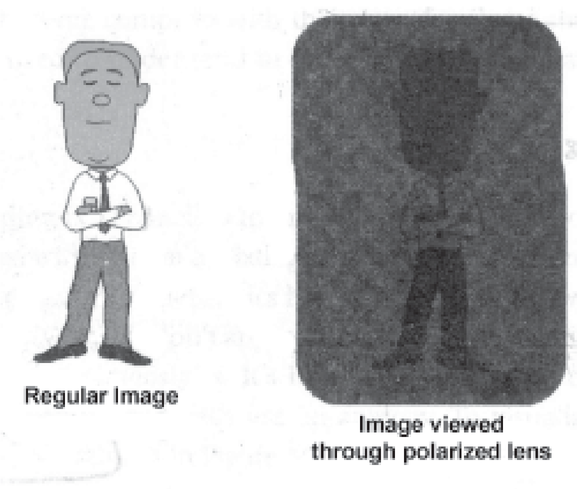


(ဂ) Light source တစ်ခုမှ Polarized orientation degree အမျိုးအမျိုးရှိသောအလင်းတန်းများလူ့မျက်လုံးထံထုတ်လွှတ်ပုံ

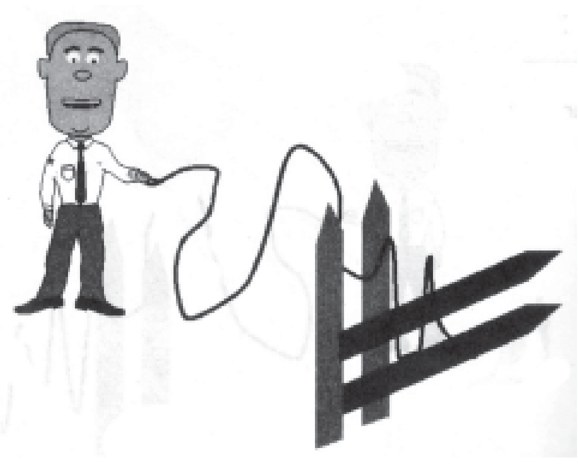
(ဃ) ကြိုးတစ်ချောင်းကို အဖက်ဖက်သို့ခါယမ်းခြင်းဖြင့်ဦးတည်ဖက် အမျိုးမျိုးရှိသောကြိုးလှိုင်းပြတ်များထုတ်လွှတ်မှုကိုမြင်ရပုံ



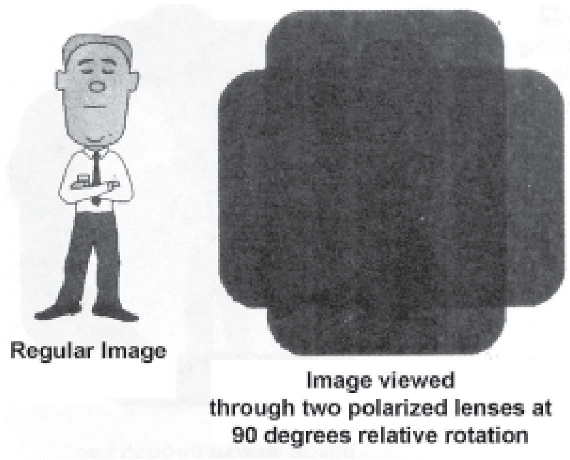
(င). 90°ထောင့်မှန်ခြစ်စည်းရိုးခံပြီးတွေ့ရသည့် Vertical polarized ကြိုးလှိုင်းများပုံ



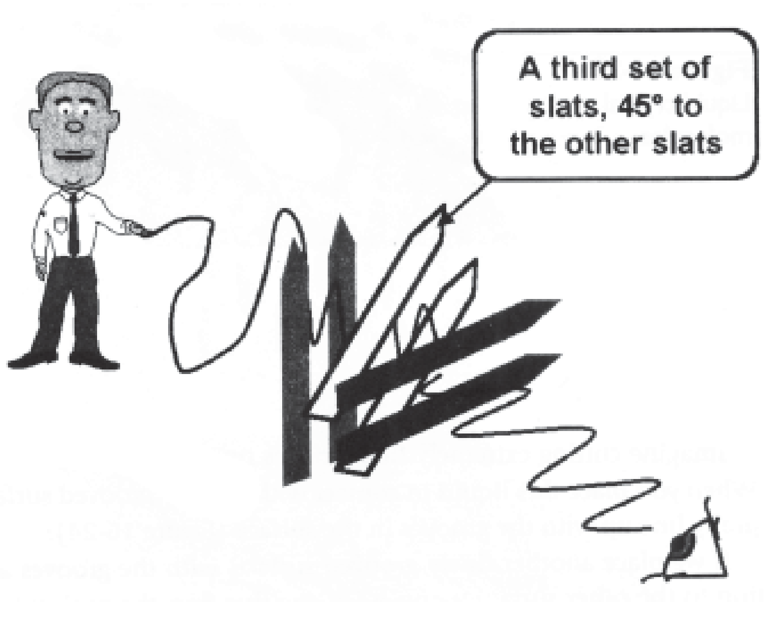
(စ) Vertical Polarized filter(lens) တစ်ချပ်ခံပြီးနောက်တွေ့ရသော အလင်းမှိန်နေသည့်ရုပ်ပုံ



(ဆ) ဒုတိယအလျားလိုက်ခြံစည်းရိုးခံပြီး ကြိုးလှိုင်းများလုံးဝထွက်မလာနိုင်သောပုံ



(၆) ဒုတိယ Horizontal polarizer ခံပြီးနောက် ရုပ်ပုံလုံးဝမမြင်ရတော့ပုံ



(၇) တတိယ polarizer ခံပြီးနောက် ကြိုးလှိုင်းများ ပြန်ထွက်လာပုံ

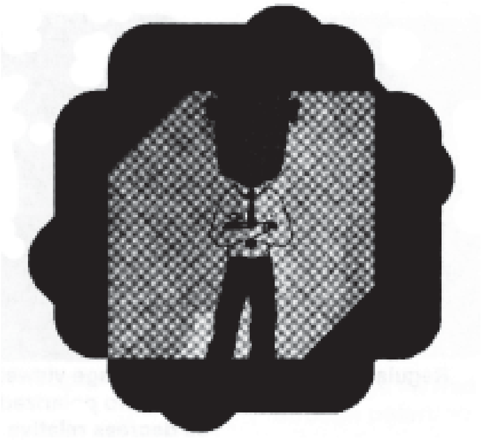
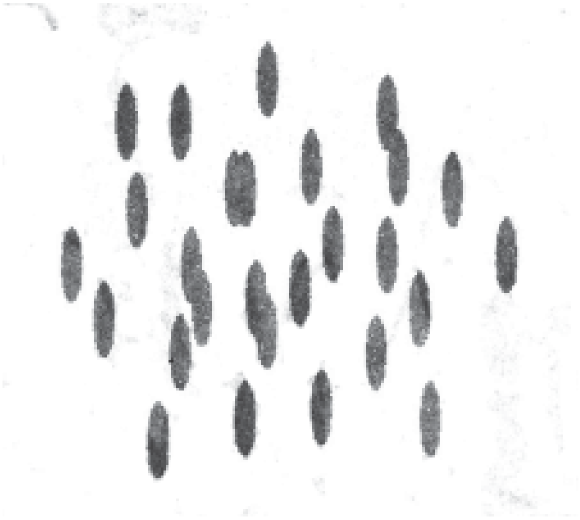
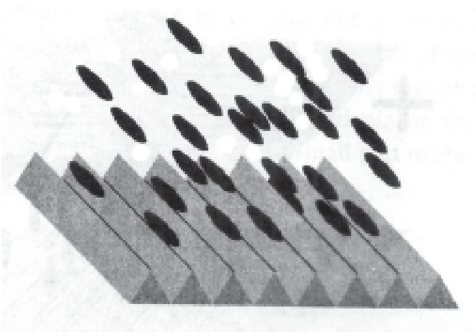


Image viewed through two
polarized lenses at 90° relative rotation
with a third 45° lens in between

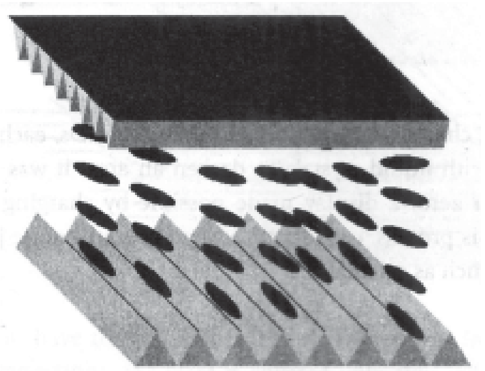
(ည) တတိယ Polarized ခံပြီးနောက် ရုပ်ပုံပြန်မြင်ရပုံ



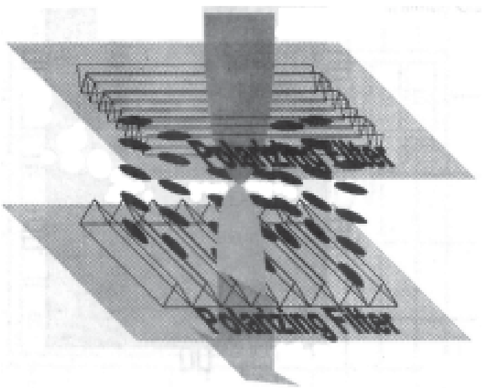
(ဋ) Liquid Crystal မော်လီကျူးများ



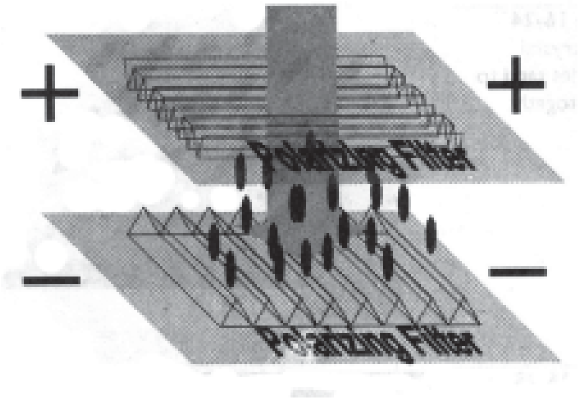
(ဌ) Liquid crystal မော်လီကျူးများအချင်းချင်း စီရီနေအောင်ကြိုးပမ်းပုံ



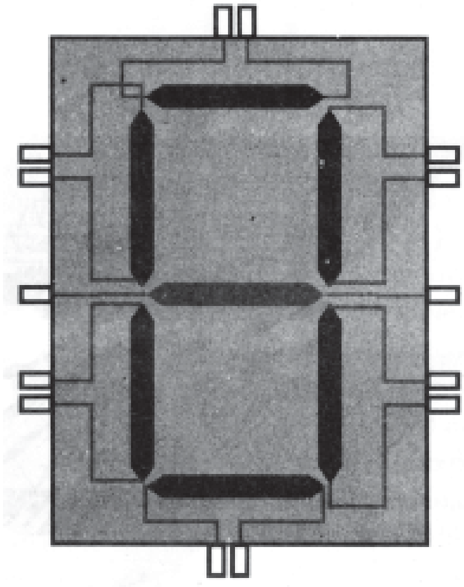
(ဍ) Liquid crystal များ လှည့်လိမ်နေပုံ



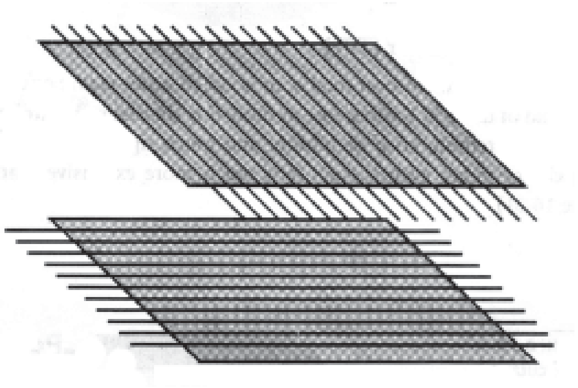
(ဎ) Charge မလုပ်သေးသော LCD မှ အလင်းဖြတ်သန်းခွင့်ပြုပုံ



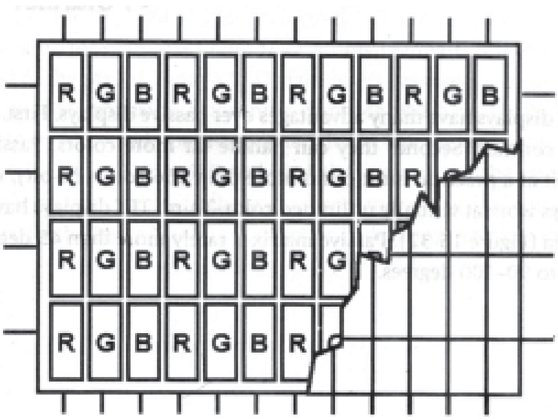
(က) Electrical charge သွင်းထားသော LCD မှ အလင်းဖြတ်သန်းခွင့်ပြုပုံ



(ခ) Static LCD numeric display ၏ Character တစ်လုံးပုံ



(ထ) LCD video display တွင်သုံးသော Matrix wire



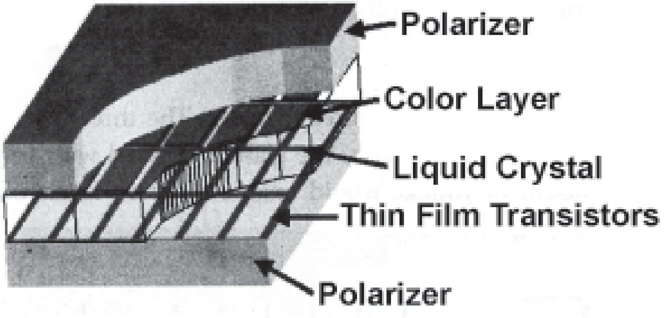
(ဒ) Color LCD matrix

ပုံ(၄-၇) LCD display အလုပ်လုပ်ပုံအဆင့်ဆင့်ပြပုံများ

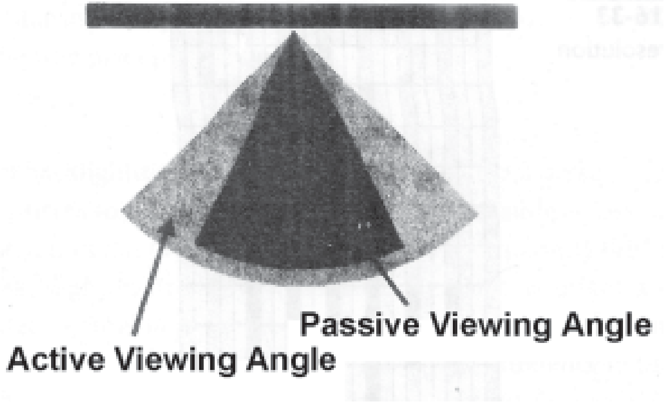
အလင်းလှိုင်းတွေဟာလည်းဒီအတိုင်းပါပဲ။ပုံ(၄-၇-ဂ)ရှု။အရပ်မျက်နှာအဖက်ဖက်ဦးလှည့်နေတဲ့သန့်လှိုင်းသဏ္ဌာန်မျိုးတွေပါ။အခုလိုသုံးဖက်မြင်(three dimension)နယ်ပယ်အတွင်းဦးတည်ဖက်အမျိုးမျိုးလှည့်သွားနေတဲ့သန့်လှိုင်းတွေကိုတစ်ဖက်မြင်(one dimension)နယ်ပယ်အတွင်းဦးတည်ဖက်တစ်ခုတည်းဖြင့်သွားစေရန်လှိုင်းစစ်ပေးလို့ရပါတယ်။အဲဒီပစ္စည်းကိုလှိုင်းသန့်ပြင်ညီစစ်ကိရိယာ(polarizing filter)လို့ခေါ်ပါတယ်။ဒီပစ္စည်းဟာအစင်းကြောင်းလေးတွေပါတဲ့ဖန်ပြားတစ်ချပ်သာဖြစ်ပါတယ်။ပုံ(၄-၇- င)မှာအရပ်မျက်နှာအဖက်ဖက်ဦးလှည့်နေတဲ့လှိုင်းပြတ်တွေသဏ္ဌာန်ဖြစ်နေတဲ့ကြိုးမှထောင့်မတ်ပြင်ညီလှိုင်းမျိုးတွေကိုပဲ၊ရွေးထုတ်ဖို့ခြံစည်းရိုးတိုင်ပုံစံနဲ့မြင်လွယ်အောင်တင်ပြထားတာပါ။ထောင့်မတ်ကျသန့်လှိုင်းတွေကိုစစ်ပေးတဲ့ကိရိယာဖန်ပြားကိုvertical polarezed filter(90° polarized filter)လို့ခေါ်ပြီး၊အလျားလိုက်သန့်လှိုင်းတွေကိုစစ်ပေးတဲ့ကိရိယာဖန်ပြားကို horizontal polarized filter(0° polarized filter) လို့ခေါ်ပါတယ်။(မှတ်ချက်-အလင်းဖြူအတွင်းမှာပါတဲ့အရောင်လှိုင်းအလျားတွေကိုစစ်တဲ့လှိုင်းစစ်တွေကိုတော့အရောင်စစ်ကိရိယာ(color filter)လို့ခေါ်ပါတယ်။အရောင်ပါတဲ့နေကာမျက်မှန်တွေလိုမျိုးပေါ့။)

ပုံမှန်ရုပ်ပုံတစ်ပုံကို 0° polarized filter တစ်ခုဖြင့်လှိုင်းသန့်ပြီးကြည့်တဲ့အခါပြင်ညီတစ်ခုတည်းရှိတဲ့လှိုင်းတွေသာလျှမျက်လုံးဆီရောက်လာတာကြောင့်အလင်းပြင်းအားနည်းနေတဲ့ရုပ်ပုံမျိုး(မှောင်နေတဲ့ရုပ်ပုံမျိုး)ကိုတွေ့ရပါလိမ့်မယ်။ပုံ(၄-၇-စ)ရှုပါ။polarized filterဟာအရောင်တွေရဲ့လှိုင်းအလျားတွေကိုတော့လှိုင်းစစ်ခြင်းမလုပ်နိုင်တာကြောင့်နဂိုလ်အရောင်တွေအတိုင်းမြင်ရပါလိမ့်မယ်။ဒါပေမယ့်အရောင်တွေကတော့မှိန်နေပါမယ်။နောက်တခါပထမ 0° polarized filterနှင့်90°ထောင့်မတ်ကျစောင်းနေတဲ့ 90° polarized filterနောက်ထပ်တစ်ခုကိုပထမတစ်ခုပေါ်မှာထပ်တင်ပြီးကြည့်တဲ့အခါအလင်းတန်းများလုံးဝဖြတ်သန်းနိုင်ခြင်းမရှိတော့တာတွေ့ရပါတယ်။တနည်းအားဖြင့်ရုပ်ပုံကိုလုံးဝမမြင်ရတော့ပါဘူး။ပုံ(၄-၇-ဆ)နှင့်ပုံ(၄-၇-ဇ)ရှုပါ။ကဲ-ဒီတခါပထမအသုံးပြုထားတဲ့ 0° နှင့် 90° အကြားထောင့်တစ်ခုခုတန်ဖိုးဖြင့်စောင်းထားတဲ့(ဥပမာ- 45°) polarized filterကိုအရင်ထပ်ထားတဲ့ polarized filters ၂ခုကြားမှာထားရင်ဘယ်လိုဖြစ်လာမလဲ။အဲဒီတတိယ filter ဟာပထမ filter မှဖြတ်ထွက်လာတဲ့အလင်းလှိုင်းအချို့ကိုလှည့်လိမ်(twist)ပေးလိုက်တာကြောင့်နောက်ဆုံး filter မှအလင်းလှိုင်းများဖြတ်ထွက်လာနိုင်ပါတော့တယ်။ဒီအခါမှာတော့ရုပ်ပုံကိုမြင်လာရပါပြီ။ပုံ(၄-၇-ဈ)နှင့်ပုံ(၄-၇-ည)တို့မှာကြည့်ပါ။

သိပ္ပံပညာရှင်တွေဟာအဲဒီ polarization ဆိုင်ရာဂုဏ်သတ္တိအကျိုးတရားကိုပုံဆောင်ခဲအရည်များ (liquid crystals)ဖြင့်ရယူအသုံးပြုလို့ရတာတွေ့လာကြပါတယ်။ပုံဆောင်ခဲပျော်ရည်ဆိုတာဟာရှည်လျားပြီးသေးငယ်တဲ့ပုံဆောင်ခဲမော်လီကျူးလေးများနဲ့ပြည့်ဝနေတဲ့အထူးနည်းပညာဖြင့်ပြုလုပ်ထားတဲ့အရည်တမျိုးကိုခေါ်တာဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီ crystals လေးတွေဟာပင်ကိုယ်သဘာဝအားဖြင့်ဦးတည်ဖက်တစ်ဖက်တည်းသို့လှည့်နေတတ်တဲ့သဘောမျိုးရှိပါတယ်။ပုံ(၄-၇-ဋ)ရှု။ဒီအတွက်ကြောင့် liquid crystals လေးတွေနဲ့ပြုလုပ်ထားတဲ့ပစ္စည်းဟာအရည်အခြေအနေရှိလှိုင်းသန့်စစ်(liquid polarized filter)တစ်ခုသဖွယ်တိကျစွာပြုမူဆောင်ရွက်နိုင်တာတွေ့ရပါတယ်။ဖန်ပြားနှစ်ချပ်အကြားယခုရှင်းပြနေတဲ့ liquid crystal အရည်ကိုခပ်ပါးပါးလေးသွတ်သွင်းထားတဲ့အခါအလွန့်အလွန်ကောင်းတဲ့နေကာမျက်မှန်စုံတွဲတစ်ခုကိုရရှိလာပါတယ်။မှန်ချပ်ပြားရဲ့မျက်နှာပြင်တစ်ဖက်ပေါ်မှာအလွန်သေးငယ်လှတဲ့အစင်းမြောင်းလိုင်းလေးတွေပြုလုပ်ကာအဲဒီမြောင်းလိုင်းလေးတွေနဲ့ liquid crystal တို့ထိနေတဲ့အနေအထားအတိုင်းထည့်သွင်း



(က) TFT Cutaway



(ခ) Active and Passive matrix displays များအတွက် View Angles

ပုံ(၄-၈) TFT LCD Display အခြေခံတည်ဆောက်ပုံ

ထားမယ်ဆိုရင် crystal ရဲ့မော်လီကျူးလေးတွေဟာဖန်သားအတွင်းမှမြောင်းလိုင်းလေးများနှင့်တတန်းတည်းအနေအထားစီရီနေကြပါလိမ့်မယ်။ပထမမှန်ချပ်ပြားနှင့်မျက်နှာချင်းဆိုင်မှာရှိတဲ့ဒုတိယမှန်ချပ်ပြားရဲ့မျက်နှာပြင်ပေါ်တွင်90°ထောင့်မတ်ကျမြောင်းလိုင်းလေးတွေကိုစင်းကြောင်းဖော်ပြီးမှန်ချပ်ပြားနှစ်ချပ်ကိုကပ်ထားတဲ့အခါဒုတိယမှန်ချပ်ပြားနှင့်ထိကပ်နေတဲ့ liquid crystal ရဲ့မော်လီကျူးလေးတွေဟာလည်း 90°ထောင့်အနေအထားမြောင်းလိုင်းလေးများအတိုင်းစီရီနေဖို့ကြိုးပမ်းကြပါလိမ့်မယ်။အဲဒီလိုကြိုးပမ်းရင်းဖန်ချပ်ပြားနှစ်ချပ်ကြားရှိမော်လီကျူးများလေးများဟာမျက်နှာပြင်နှစ်ဖက်စလုံးနှင့်အလိုက်သင့်စီရီနေတဲ့အသွင်မျိုးဖြစ်အောင်သပ်ယပ်လှပစွာလှည့်လိမ်သွားတဲ့ပုံသဏ္ဍာန်မျိုးဖြင့်(nice twist ဖြင့်)တမဟုတ်ချင်းစီရီသွားကြပါလိမ့်မယ်။ပုံ(၄-၇-ဌ)နှင့် ပုံ(၄-၇-ဍ)ရှု။

အဲဒီလို liquid crystal ရဲ့မျက်နှာပြင်နှစ်ဖက်စလုံးပေါ်မှာတစ်ခုနှင့်တစ်ခုထောင့်မတ်ကျနေတဲ့ polarizing filters ၂ခုကိုထပ်ထားတဲ့အခါ liquid crystal ဟာမှန်ပြားရဲ့မျက်နှာပြင်တဖက်မှဝင်လာတဲ့အလင်းလှိုင်းတွေကို လှည့်လိမ်သွားစေပြီးအခြားတဖက်မှထွက်သွားစေနိုင်တာကြောင့်ခုလိုအနေအထားမျိုးမှာမှန်ပြားတဖက်မှရုပ်ပုံကိုအခြားတဖက်မှမြင်နိုင်မှာဖြစ်ပါတယ်။ပုံ(၄-၇-ဎ)ရှု။အကယ်၍ liquid crystal သို့လျှပ်စစ်ပိုတင်ရှယ်တစ်ရပ်ပေးသွင်းလိုက်တဲ့အခါ crystal အတွင်းမှမော်လီကျူးလေးတွေဟာ အဲဒီလျှပ်စစ်စက်ကွင်းလားရာနဲ့လိုက်ဖက်တဲ့ဦးတည်ဖက်အတိုင်းပြောင်းလဲစီရီကုန်ကြပါတယ်။မော်လီကျူးတို့ရဲ့လိမ်လှည့်မှုပုံစံဟာယခင်နှင့်မတူတော့ပဲ စက်ကွင်းလားရာအတိုင်းစီရီသွားကြတဲ့အတွက် အဲဒီအနေအထားမှာအလင်းလှိုင်းကို လှည့်လိမ်ပေးနိုင်စွမ်းမရှိတော့ပါဘူး။ဒီအခါမှာ ပထမမှန်ပြားမှဝင်လာတဲ့အလင်းလှိုင်းတွေဟာဒုတိယမှန်ပြားကိုဖောက်ထွင်းဖြတ်သန်းနိုင်ခြင်းမရှိတော့ပါဘူး။အလင်းပိတ်တစ်ခုဖြစ်လာပါတယ်။မှန်ချပ်ရဲ့တစ်ဖက်မှရုပ်ပုံကိုလည်းမြင်ရတော့မှာမဟုတ်ပါဘူး။ပုံ(၄-၇-ဏ)ရှု။

■ **Static and Passive Matrix Displays-** ပုံရိပ်တစ်ခုကိုမှန်ကန်စွာဖော်ထုတ်ပုံကိုပထမဆုံးပေါ်ခဲ့တဲ့ LCD ပုံစံနဲ့အရှင်းဆုံးဖော်ပြပါ့မယ်။LCD ရဲ့ပုံရိပ်ထင်နိုင်တဲ့ screen မျက်နှာပြင်အစိတ်အပိုင်းဧရိယာလေးတစ်ခုစီပေါ်မှာ liquid crystal နဲ့ဖြည့်ထားပါတယ်။အဲဒီဧရိယာလေးတွေကို လျှပ်စစ်စက်ကွင်းပေးပြီး charge လုပ်တဲ့အခါ မှောင်ကျသွားစေတဲ့နည်းနဲ့လိုချင်တဲ့ရုပ်ပုံကိုဖော်ယူပါတယ်။ပုံ(၄-၇-တ)မှာသုံညဂဏန်းဖော်ထုတ်ပုံကိုဖော်ပြထားပါတယ်။အဲဒီမှာဧရိယာအစိတ်အပိုင်းခြောက်ခုကို charging လုပ်ပြီးမှောင်ထားစေကာအလယ်နေရာမှာရှိတဲ့ကန့်လန့်ဖြတ်လိုင်းဧရိယာလေးကို charging မလုပ်ပဲထားတဲ့အတွက် လင်းနေပါလိမ့်မယ်။display တွေအများကြီးရှိတဲ့အနက်အခြေခံအကျဆုံး display ပြုလုပ်နည်းတစ်မျိုးဖြစ်တဲ့ static charging လို့ခေါ်တဲ့အခုနည်းကို calculators တွေမှာယနေ့တိုင်တွေ့နေရဆဲဖြစ်တာကိုအားလုံးမြင်ကြမှာပါ။

အဲဒီ static နည်းကို video ရုပ်ပုံဖော်တဲ့မော်နီတာတွေမှာအသုံးပြုလို့မရပါဘူး။ဘာဖြစ်လို့လဲဆိုတော့သူ့ရဲ့ ပင်ကိုယ်သဘောအရ ပေးထားတဲ့ပုံစံကိုပဲ၊ဖော်ပေးနိုင်လို့ပါ။ video ရုပ်ပုံတွေလိုအမျိုးအမျိုးပြောင်းလဲနေတတ်တဲ့ပုံရိပ်မျိုးလို၊လိုသလိုဖော်ယူလို့မရနိုင်ပါဘူး။LCD သုံး ကွန်ပျူတာမော်နီတာတွေရဲ့ပထမမျိုးဆက်တွေမှာမက်ထရစ်ဝါယာတွေကိုအသုံးပြုခဲ့ပါတယ်။ liquid crystal ရဲ့မျက်နှာစာတဖက်မှာ "Y" wire လေးတွေကိုထောင်လိုက်အပြိုင်ပြေးထားပြီး၊အခြားမျက်နှာစာဖက်မှာတော့ "X" wire လေး

တွေကိုအလျားလိုက်အပြိုင် ပြေးထားတာကို matrix wire လို့ခေါ်တာပါ။အဲဒီ"X"နဲ့"Y" wires လေးတွေကိုလိုသလို charge လုပ်စေတဲ့အခါ display ရဲ့သေးငယ်တဲ့အစိတ်အပိုင်းလေး(pixelလေး)ကိုအလင်းပိတ်စေတဲ့နည်းဖြင့်အလိုရှိတဲ့အဖြူ-အမည်းပုံရိပ်ကိုဖော်ပေးနိုင်အောင်လုပ်ဆောင်ပါတယ်။ပုံ(၄-၇-ထ)ရှု။အဲဒီမက်ထရစ်မျိုးသုံးခုကိုတစ်ခုနှင့်တစ်ခုအလွန်နီးကပ်စွာ intersect လုပ်ထားရင် ရောင်စုံရုပ်ပုံဖော်လို့ရပါတယ်။အဲဒီ intersections လေးတွေရဲ့အထက်မှာအလွန်သေးငယ်တဲ့ အနီ၊အစိမ်း၊အပြာလှိုင်းစစ်အစက်လေးများဖြင့်ပြုလုပ်ထားတဲ့ဖန်သားပြင်နဲ့ဖုံးအုပ်ထားပေးရပါမယ်။မက်ထရစ်လေးတွေဆီပေးသွင်းမယ့် ဗို့အားပမာဏကိုထိန်းချုပ်ပေးတဲ့အခါ အနီ၊အစိမ်း၊အပြာ. . . စက်လေးတွေရဲ့အလင်းပြင်းအားကိုပြောင်းလဲစေသဖြင့်အခြားအရောင်ရောများကိုရရှိလာစေပါတယ်။ပုံ(၄-၇-ဒ)ရှု။အခုရှင်းပြနေတဲ့ LCD နည်းပညာကို passive matrix လို့ခေါ်ပါတယ်။passive matrix display screen အမျိုးအစားတွေဟာ CRT နှင့် plasma screen တို့လိုကိုယ်ပိုင်အလင်းမရှိတဲ့အတွက်ဖန်ပြားရဲ့နောက်ကျောဖက်မှအလင်းပေးပင်ရင်းတစ်ခု(အဖြူရောင်မီးချောင်းတစ်ချောင်း(သို့)နှစ်ချောင်း)အသုံးပြုပေးရပါတယ်။passive matrix LCD display screen တွေကိုမော်နီတာအဖြစ်နှစ်ပေါင်းများစွာအသုံးပြုခဲ့ကြပါတယ်။အခုလက်ရှိလည်းအသုံးပြုဆဲဖြစ်ပါတယ်။passive matrix တွေမှာဆိုးရွားတဲ့အချက်တွေကတော့ pixels တစ်ခုနဲ့တစ်ခုအကြားမှာအနည်းငယ် overlap ဖြစ်စေတဲ့ဆိုးကျိုးနဲ့တုံ့ပြန်မှုနှေးကွေး(slow)တဲ့ဆိုးကျိုးကြောင့်ပုံရိပ်အနည်းငယ်ဝိုးတိုးဝါးတားဖြစ်ခြင်း၊မသဲကွဲခြင်း(blurred effect)ဆိုတဲ့ဆိုးကျိုးကိုဖြစ်စေတတ်ပါတယ်။LDC ထုတ်လုပ်သူတွေဟာအဲဒီဆိုးကျိုးတရားကို dual-scan passive matrix လို့ခေါ်တဲ့မြန်နှုန်းမြင့်နည်းပညာဖြင့်ကြိုးစားပြုပြင်နိုင်ခဲ့ပါတယ်။ dual-scan passive matrix နည်းပညာဆိုတာဟာ display screen ပေါ်မှလိုင်းတွေကို refreshed လုပ်တဲ့အခါတစ်ကြိမ်လုပ်တိုင်း ၂လိုင်းပါအောင်လုပ်တဲ့နည်းပညာဖြစ်ပါတယ်။ဒီနေ့အချိန်အခါမှာအခြားသော LCD နည်းပညာများလည်းပေါ်ပေါက်နေပြီဖြစ်ပေမယ့် low-end LCD panels တွေမှာ dual-scan နည်းပညာကိုဆက်လက်သုံးစွဲနေဆဲဆိုတာတွေ့ရပါတယ်။

■ **Thin Film Transistor(TFT)Display Screen-** dual scan နည်းပညာကို အကောင်းဆုံးဖြစ်အောင်မွမ်းမံပြင်ဆင်ထားတဲ့နောက်ပစ္စည်းတမျိုးကတော့ active matrix လို့ခေါ်တဲ့ Thin Film Transistor(TFT) ဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီပစ္စည်းမှာ X, Y ဝါယာတွေအစား အရောင်အစက်လေးတွေတစ်ခုချင်းစီကို control လုပ်ပေးမယ့် အလွန်သေးငယ်တဲ့ထရန်စစ္စတာလေးတွေထည့်ထားပါတယ်။အဲဒီလိုပြုလုပ်လိုက်တဲ့အတွက် ပုံရိပ်ထင်ရှားပြတ်သားတဲ့ခွဲခြားနိုင်မှုကိုပေးနိုင်ခြင်း၊ ပိုမိုမြန်ဆန်တဲ့ refresh ကိုပြုလုပ်နိုင်ခြင်း၊ပို၍ကျစ်လစ်တဲ့အရောင်ထိန်းချုပ်မှုတွေကိုဆောင်ကျဉ်းပေးနိုင်ခြင်း. . . စတဲ့ကောင်းကျိုးတွေရရှိလာပါတယ်။TFT ဟာ passive matrix တွေထက်ဈေးပိုကြီးပေမယ့်ဒီနေ့ခေတ်မှာတော့သူ့ကိုပဲ၊အများဆုံးရွေးချယ်ကြပါတယ်။ပိုကောင်းလို့ပေါ့နော်။

TFT တွေမှာ passive display ထက်သာတဲ့ကောင်းကွက်တွေရှိပါတယ်။ပထမအချက်ကတော့-TFT screen တွေဟာ ပိုပြီးတောက်ပတဲ့အတွက် contrast ပိုပြီးကောင်းပါတယ်။ရုပ်ပုံပိုပြီးကြည်လင်ထင်ရှားတာပေါ့။ဒုတိယအချက်က-အရောင်များကိုပိုမိုထိရောက်စွာထိန်းချုပ်ကိုင်တွယ်နိုင်စွမ်းရှိပါတယ်။အရောင်ပိုစုံတာကိုဆိုလိုတာပါ။ passive LCDs တွေဟာ speedနှေးတဲ့အတွက်လက်တွေ့မှာ၂၅၆ရောင်(8-bit)

ထက်ပိုထုတ်ပေးနိုင်စွမ်းမရှိတဲ့ကန့်သန့်မှုမျိုးရှိနေပါတယ်။နောက်ဆုံးပေါ် TFT displays တွေကတော့ အရောင်တွေကိုအကန့်သတ်မဲ့ထုတ်လုပ်နိုင်စွမ်းရှိပါတယ်။တတိယအချက်ကတော့- viewing area ပိုကျယ်ပါတယ်။ passive matrix တွေရဲ့ viewing area ဟာ 45°ထက်ကျော်ခဲပေမယ့် active screen ဖြစ်တဲ့ TFT display ကတော့ 90° ~ 100°နီးပါးအထိရှိပါတယ်။ပုံ(၄-၈)မှာ TFT display တည်ဆောက်ထားပုံကိုဖော်ပြထားပါတယ်။

4.3: Other Monitor Specifications

➤ မော်နီတာကိုအသုံးပြုမယ်ဆိုရင်ပတ်ဝန်းကျင်အလင်းအနည်းငယ်ရှိတဲ့နေရာ(ဒါမှမဟုတ်)ပတ်ဝန်းကျင်အလင်းအနည်းငယ်သာရရှိစေအောင်ဖန်တီးအသုံးပြုသင့်ပါတယ်။ဆိုလိုတာကတော့ screen ရဲ့မျက်နှာစာပေါ်ကိုစူးရှပြင်းထန်တဲ့အလင်းတိုက်ရိုက်မကျအောင်သတိထားသုံးသင့်တယ်လို့ဆိုချင်တာပါ။ screen မျက်နှာစာပေါ်ပြင်ပပတ်ဝန်းကျင်မှအလွန်ပြင်းထန်တဲ့အလင်းတိုက်ရိုက်ကျရောက်နေရင် screen မျက်နှာပြင်ပေါ်မှာဖော်ထုတ်မယ့်ဗီဒီယိုရုပ်ပုံရဲ့အမှောင်ဧရိယာလေးများဟာ dark မဖြစ်ပဲ၊ ဖြူရော်ရော်ဖြစ်နေတာကြောင့်ရုပ်ပုံထင်ရှားပြတ်သားမှုအရည်အသွေးကိုကျဆင်းစေတတ်ပါတယ်။အဲဒါကို contrast ကျတယ်လို့ခေါ်ပါတယ်။ရုပ်ရှင်ရုံတွေလိုမျိုးလုံးဝမှောင်ထားဖို့လည်းမလိုပါဘူး။ပတ်ဝန်းကျင်အလင်း(သို့)အလင်းပင်ရင်းတစ်ခုခုရဲ့အလင်းဟာမော်နီတာရဲ့ screen မျက်နှာပြင်ပေါ်နှင့်လူ့မျက်လုံးထဲ တိုက်ရိုက်မဝင်အောင်စီစဉ်နေရာချရဖို့လိုပါတယ်။

➤ မော်နီတာရဲ့ color temperature ကို 6500K(D65)(သို့မဟုတ်)6500Kနှင့်ညီတဲ့ RGB တန်ဖိုးသို့ set လုပ်ထားရပါမယ်။အဲဒီတန်ဖိုးဟာအဖြူရောင်(white point)ရဲ့color temperature ဆိုတာမှတ်ထားရပါမယ်။အခုပြောနေတဲ့အရောင်ချိန်တာကို video card(သို့မဟုတ်)monitor calibration software ပေါ်မှာ setting လုပ်တာအသင့်တော်ဆုံးဖြစ်ပါလိမ့်မယ်။များသောအားဖြင့် 5000K(D50) ,6500K(D65), 9300K(D93). . . တို့ဟာမော်နီတာတွေမှာသုံးစွဲလေ့ရှိတတ်တဲ့ color temperatures တွေဖြစ်တာတွေ့ရပါတယ်။color temperature setting မပါတဲ့မော်နီတာအဟောင်းကြီးတွေမှာတော့ 2600K မှ 4200K အကြား color temperature ရှိတဲ့ပူပြင်းရောင်မီးသီး(Incandensccent lamp) တွေအောက်မှာ ပုံနှိပ်ရုပ်ပုံကိုကြည့်တဲ့အခါမြင်ရမယ့်အလင်းမျိုးနဲ့ကိုက်ညီတဲ့(အပြာရောင်နဲ့ဝေးတဲ့ပမာဏဖြစ်တဲ့) 4200K ဖြင့် default setting လုပ်ပေးထားပါတယ်။5000K setting ဟာအရောင်မှိုင်းကြီးများဖြင့်သာပုံထုတ်ပေးပါလိမ့်မယ်။အရောင်စိုစိုပြေပြေရှိမှာမဟုတ်ပါဘူး။CRT display ပေါ်မှာဆိုရင်ဝါကျင့်ကျင့်အရောင်တွေမျိုးဖြစ်နေပါလိမ့်မယ်။

ပန်းချီပညာရှင်များကအပြာရောင်ဖက်သန်းတဲ့ higher color temperature တန်ဖိုးဆောင်အရောင်တွေကိုအရောင်အေး (cooler)တွေလို့ခေါ်ပြီး၊အဝါရောင်ဖက်သန်းတဲ့ lower color tempera-

ture တန်ဖိုးဆောင်အရောင်တွေကိုအရောင်ပူ(warmer)တွေလို့ခေါ်တတ်တာကြောင့်ဝေါ်ဟာရမရှုတ်ထွေးရအောင်လည်းသတိပြုရပါမယ်။ဈေးကွက်အတွင်းမှာဝယ်ယူရရှိနိုင်တဲ့ hardware တွေဟာလည်းအလွန်များပြားလှတဲ့အတွက် color temperature setting လုပ်တဲ့နေရာမှာယောင်ယောင်မှားမှားဖြစ်တတ်ပါသေးတယ်။color temperature settingကိုvideo card(သို့) monitor calibration software ပေါ်မှာဆောင်ရွက်နိုင်တဲ့နည်းအပြင် monitorပေါ်မှာပေးထားတဲ့ option မှလည်းဆောင်ရွက်တဲ့ နည်းလည်းရှိတယ်။နည်းတစ်မျိုးကိုပဲ၊သုံးသင့်ပါတယ်။နှစ်မျိုးစလုံးသုံးရင် over correction ဖြစ်သွားပြီးမော်နီတာ screen ပေါ်မှာအလင်းရောင်မှိန်သွားတတ်ခြင်း၊အဝါရောင်သန်းသွားတတ်ခြင်းတို့ဖြစ်တတ်ပါတယ်။မော်နီတာမှာ color temperature အမှားမပြင်နိုင်လျှင် sofrware setting မှ 9000 ~ 9300K သို့ရောက်အောင်မှန်ကန်စွာပြုပြင်ခြင်းကိုဆောင်ရွက်ပေးပါလိမ့်မယ်။အကယ်၍စံထားအရောင်တစ်ခုခု (calibrator)မရှိခဲ့လျှင်မိမိရဲ့မျက်လုံးနှင့်အဖြူရောင်နှင့်မီးခိုးရောင်များရုပ်ပုံများအကူအညီဖြင့်အဖြူ-အမည်းရုပ်ပုံရအောင်(R=G=B ဖြင့်)setting လုပ်ပေးရပါမယ်။color temperature setting လုပ်တဲ့အခါအကောင်းဆုံးကတော့-ဂမ်မာ(gamma)နှင့် monitor test patterns တွေကိုအသုံးပြုခြင်းပဲဖြစ်ပါတယ်။

➢ စာဖတ်သူရဲ့မော်နီတာဟာကွန်ပျူတာမော်နီတာဖြစ်နေမယ်ဆိုရင်- display adaptor software ကို 24 or 32 bit color (true color)သို့ set လုပ်ထားသင့်ပါတယ်။အဲဒီ setting ကိုကြည့်ချင်ရင် Windows wallpaper (openလုပ်ထားတဲ့ windows တွေရဲ့အပြင်ဖက်နောက်ခံ screen နေရာကိုပြောတာနော်)ပေါ်မှာ Right click ခေါက်ပြီး၊ Properity, Settings ပေါ် Click လုပ်ပါ။

➢ ကျွန်တော်ဟာ prints တွေကိုကြည့်ရှုဖို့အလုပ်စားပွဲသုံး Solux desk task lamp အမျိုးအစား(4700K,36 degree,50W)မီးသီးတစ်လုံးကိုတပ်ဆင်အသုံးပြုခဲ့ဘူးပါတယ်။အဲဒီ Solux မီးသီးရဲ့ CRI (Color Randering Index)တန်ဖိုးဟာ 98 ရှိပါတယ်။ CRI ဆိုတာကတော့ပေးထားတဲ့ အလင်းပင်ရင်းတစ်ခုဟာအရောင်ဘယ်လောက်အတိအကျထုတ်မလဲဆိုတဲ့တိုင်းတာမှုတစ်ရပ်ပဲ၊ ဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီတန်ဖိုးရဲ့အမြင့်ဆုံးပမာဏဟာ100 ဖြစ်ပြီး 90 ဆိုရင်တော်တော်လေးကောင်းနေပါပြီ။ monitor setting ကို 6500K မှာ set ထားစဉ် အဲဒီ solex မီးအောက်မှာ အဖြူရောင်စက္ကူတစ်ချပ်ကို အဲဒီမော်နီတာပေါ်မှာကြည့်တဲ့အခါအဖြူရောင်အစားအနည်းငယ်အဝါရောင်သန်းနေတာ(warmer ဖြစ်နေတာ) ကိုတွေ့ရပါလိမ့်မယ်။အဲဒီဖြစ်ရပ်ဟာပြဿနာတော့မရှိပါဘူး။ဘာကြောင့်လဲဆိုတော့မျက်လုံးအားမော်နီတာ screen ပေါ်မှ prints ဆီရွှေ့လိုက်တဲ့အခါမျက်လုံးဟာအလျှင်အမြန်ဆိုသလိုဆီလျှော်အောင်ပြုပြင်နိုင်စွမ်းရှိလို့ပဲဖြစ်ပါတယ်။အခုပြောနေတဲ့ solux ရဲ့ color temperature ဟာ monitor နဲ့တော်တော်လေးနီးစပ်တာကိုတွေ့ရပါတယ်။Halogen lamp နဲ့ဆိုရင်ပိုပြီးတော့တောင်နီးစပ်ပါသေးတယ်။Halogen lamp မှာအချို့သော users များအနှောက်အယှက်သဖွယ်တွေ့ကောင်းတွေ့နိုင်တဲ့မီးသီး၏ဘေးအနားတဝိုက်မှာလိမ္မော်ရောင်အရစ်တစ်ရစ်ရှိပါတယ်။

➢ operator ဟာရောင်စုံပုံနှိပ်စာရွက်ပေါ်မှပုံအားပုံမှန်နေ့လည်ခင်းအလင်းရောင်အောက်မှာတွေ့ရတဲ့အရောင်များကို အခြားအလင်းပင်ရင်းတွေနဲ့ကြည့်ရင် ဘယ်လိုတွေ့ရမလဲဆိုတာသိနိုင်ဖို့စားပွဲတင် halogen lamp တစ်လုံးဖြင့်ထားရှိစစ်ဆေးသင့်ပါတယ်။ဒါကအထောက်အထားအရမ်းခိုင်လုံဖို့လိုတဲ့လုံခြုံရေးစနစ်တွေအတွက်ပါ။

➢ image ဟာတောက်ပလွန်းခြင်းမရှိခဲ့လျှင်ဖြစ်စေ၊ အလွန်ပါးလွှာလွန်းလျှင်ဖြစ်စေ-contrast ကိုအများဆုံးအနေအထားသို့ set လုပ်ပေးဖို့လိုပါသည်။

➢ image pixels နှင့် monitor brightness အကြား nonlinear ဆက်စပ်မှုကိုဖော်ပြတဲ့ parameter တစ်မျိုးဖြစ်တဲ့ gamma ကို adjust လုပ်ပြီး၊ gamma နှင့် black level chart ကိုအသုံးပြု၍ brightness(blacklevel)ကိုadjust လုပ်နိုင်ပါသေးတယ်။

ကိုင်း-ဒီလောက်ဆိုမော်နီတာတွေနဲ့ပါတ်သက်ပြီးအခြေခံတွေတော်တော်စုံလင်လောက်အောင် ဖော်ပြပေးခဲ့ပါပြီ၊နောင်အခွင့်သာလို့အဆင့်မြင့်လုံခြုံရေးစနစ်အကြောင်းရေးဖြစ်ရင်လိုအပ်သလိုတိုးချဲ့ရေး ပေးသွားပါ့မယ်လို့တင်ပြရင်းမော်နီတာကြောင်းဒီမှာရပ်နားခွင့်ပြုပါဦး။

CHAPTER 5

Transmission Mediums

5.1: Transmission Mediums ၁၄၇

5.1.1: Communications ၁၄၇

■ General Concept of Communication ၁၄၇

■ Simplex and Duplex Communications. ၁၄၇

■ Analog and Digital Communications ၁၄၈

■ Baseband Signal and Modulated Signal Communications ၁၅၄

5.2: Transmission ၁၅၆

5.2.1: About The Transmission ၁၅၆

5.2.2: Coaxial Cable ၁၅၇

■ Basic concepts of Coax Cable ၁၅၇

■ Advantages and Disadvantages of Coax Cable . . ၁၅၉

■ Types of Coax Cable ၁၆၀

5.2.3: Twisted Pair Wires ၁၆၂
■ UTP, STP Wires and Their usages ၁၆၂
5.2.4: Fiber Optic Cable ၁၆၃
■ History of Fiber Optic Technology
and Their Properities ၁၆၃
■ Fiber Optic Communication System ၁၇၃
5.2.5: Microwave ၁၇၅
■ Perspective of The MIcrowaves ၁၇၅
■ Using the microwave technologies
in the CCTV systems ၁၈၄
5.2.6: Telephone Network ၁၈၆

5.1: Transmission Mediums

5.1.1: Communication

■ **General Concept of Communication -** ဆက်သွယ်ရေးလို့လူသိများတဲ့communication ဆိုတာဟာအခြေခံအကျဆုံးပြောရရင်-သတင်းအချက်အလက်ဖလှယ်တဲ့လုပ်ငန်းစဉ်(process of exchanging information)တစ်ခုလို့ဆိုနိုင်ပါတယ်။ သတင်းအချက်အလက်(information)ဆိုတော့-လူတစ်ဦးရဲ့ရင်ထဲမှာကိန်းအောင်းနေတဲ့အကြောင်းအရာ၊ သူလိုချင်တဲ့(ဖြစ်စေချင်တဲ့)ဆန္ဒ၊အသိပေးချင်တဲ့(သတိပေးချင်တဲ့)ကိစ္စ. . . တရပ်ရပ်ဖြစ်နိုင်ပါတယ်။လူ့သမိုင်းရယ်လို့ဖြစ်လာစကထဲကလူတဦးနဲ့တဦးသတင်းအချက်အလက်တွေကိုပုံသဏ္ဍာန်အမျိုးမျိုး၊ နည်းလမ်းအသွယ်သွယ်နဲ့ဖလှယ်လာခဲ့ကြတာပါ။သမိုင်းမတင်မှီကတော့-လူတွေတဦးနှင့်တဦးလက်ဟန်ခြေဟန်နဲ့ဖလှယ်ခဲ့ကြရာမှစကားလုံးတွေတီထွင်လာနိုင်ခဲ့တော့စကားသံနဲ့ဖလှယ်လာနိုင်ခဲ့တဲ့အတွက်ပိုပြီးအဆင်ပြေလာပါတယ်။အဲဒီနောက်စာလုံးတွေတီထွင်လာနိုင်ပြန်တော့စာတွေရေးပြီးအလှမ်းဝေးတဲ့ရပ်ဝေးဒေသဆီဆက်သွယ်လာနိုင်ပါတယ်။ကျိုက်ထီးရိုးသမိုင်းမှာတောင်မှတဦးနှင့်တဦးအလွန်ဝေးလှတဲ့တောင်ကုန်းထိပ်တွေမှာနေထိုင်ကြရင်းအရေးကြုံတဲ့အခါမီးခိုးလုံးကြီးတွေနဲ့အချက်ပြဆက်သွယ်ခဲ့ကြတဲ့ရသေ့ကြီးနှစ်ပါးအကြောင်းဖတ်ဖူးပါတယ်။ဆက်သွယ်ရေး(communication)လို့ဆိုလိုက်တာနဲ့လန့်မသွားပါနဲ့ဦး။လူတို့နေ့စဉ်ဆောင်ရွက်နေကြတဲ့၊တဦးနှင့်တဦးစကားပြောနေကြတာတွေ၊'မျက်စ'ပြစ်ပြတာ၊လက်ညှိုးနှစ်ချောင်းထောင်ပြတာ၊ပခုံးတွန့်ပြတာတွေ၊စာရေးစာပို့လုပ်နေကြတာတွေဟာသမားရိုးကျအရိုးရှင်းဆုံးဆက်သွယ်ရေးတွေပါပဲ။ရုပ်မြင်သံကြားအစီအစဉ်တွေထုတ်လွှင့်နေတာ၊သီချင်းတွေသီဆိုထုတ်လွှင့်တာတို့ဟာလည်းဆက်သွယ်ရေးပါပဲ။ကျွန်တော့်ရဲ့အခုစာအုပ်ရေးသားထုတ်ဝေလိုက်တာဟာလည်းဆက်သွယ်ရေးပါပဲ။လူတွေဟာဆက်သွယ်ရေးနဲ့လုံးဝ(လုံးဝ)ကင်းလို့မရပါဘူး။ဟန်ပန်အမူအရာနဲ့ဆက်သွယ်နည်းမှစတင်ခဲ့တဲ့ဆက်သွယ်ရေးဟာအခုဆိုရင်အီလက်ထရွန်းနစ်နည်းပညာနဲ့ဆက်သွယ်တဲ့ခေတ်ကိုရောက်လာခဲ့ပါပြီ။တယ်လီဖုန်းဆက်သွယ်ရေးစနစ်၊ဂြိုလ်တုဆက်သွယ်ရေးစနစ်၊Fax ၊ e-Mail . . . တို့ဟာခုခေတ်မှာလူသားတွေကိုများစွာအကျိုးပြုနေတဲ့အီလက်ထရွန်းနစ်ဆက်သွယ်ရေးအထောက်အကူပြုကြားခံမီဒီယာတွေဖြစ်ပါတယ်။ အီလက်ထရွန်းနစ်ဆက်သွယ်ရေးကြောင့်ကမ္ဘာကြီးဟာမယုံကြည်နိုင်လောက်အောင်သေးငယ်သွားပါပြီ။ ရွာတရွာအရွယ်လောက်ပဲ၊ ရှိပါတော့တယ်လို့တောင်တင်စားပြောဆိုနေကြတာကြားဖူးကြမှာပေါ့။

CCTV စနစ်လည်းဒီအတိုင်းပါပဲ။ CCTVကင်မရာဟာသူ့ရှေ့မှာတွေ့ရတဲ့ information တွေကို operator သိအောင် monitor ဖန်သားပေါ်မှာဖော်ပြနိုင်ဖို့ကြံဖန်ဆောင်ရွက်ပေးတဲ့ electronic communication လို့ဆိုရင်-မှားမယ်မထင်ပါဘူး။ဆက်သွယ်ရေးကိုလေ့လာတဲ့အခါတွေ့ရမယ့်အမျိုးအစား၊ အတန်းအစား၊ဖွဲ့စည်းပုံစနစ်တွေကိုကဏ္ဍအလိုက်အကျဉ်းမျှဖော်ပြပေးပါ့မယ်။

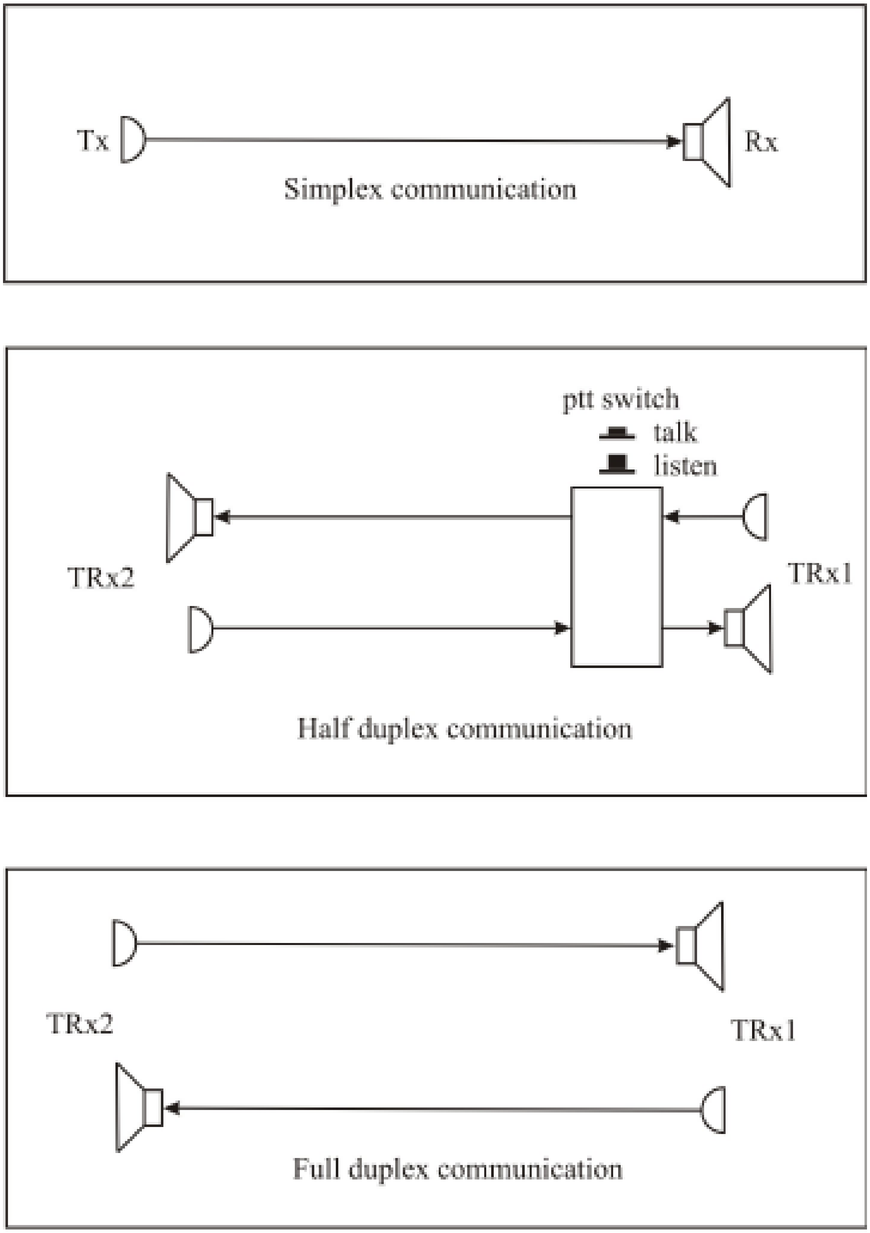
■ **Simplex and Duplex Communications-** informations တွေကို communication လုပ်တဲ့အခါ တစ်လမ်းသွားစနစ်(one-way)နဲ့ဆက်သွယ်

မှာလား၊နှစ်လမ်းသွားစနစ်(two-way)နဲ့ဆက်သွယ်မှာလားဆိုတာရှိပါတယ်။one-wayနဲ့ဆက်သွယ်တာကို simplex communication လို့ခေါ်ပြီး၊ two-way နဲ့ဆက်သွယ်တာကိုတော့ duplex communication လို့ခေါ်ပါတယ်။ဒါကဆက်သွယ်ရေးအမျိုးအစား(Type)ပေါ်မူတည်ပြီးအမည်ပေးထားတာကိုပြောတာပါ။

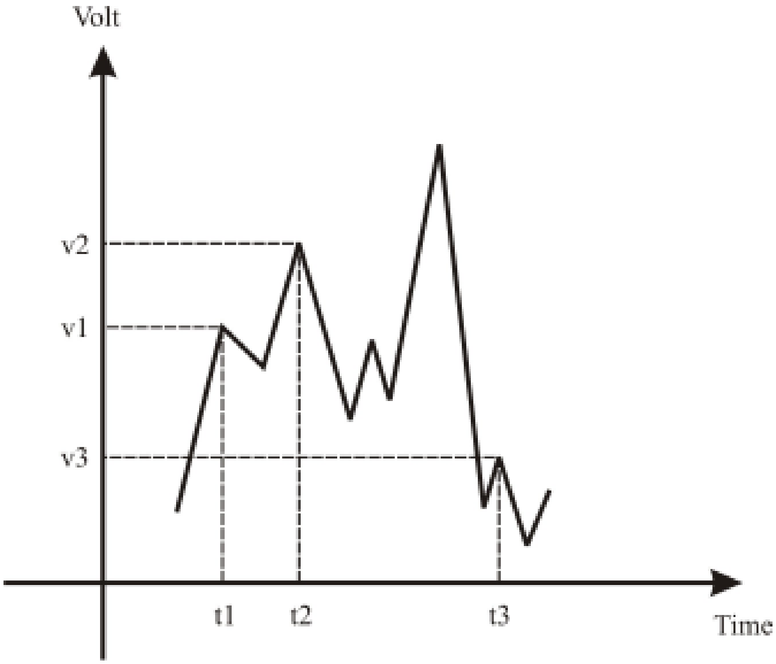
simplex comm မှာ ပြောတဲ့သူ(Tx)ကို နားထောင်တဲ့သူ(Rx)က ပြန်မေးလို့ပြန်ပြောလို့မရပါဘူး။ဘာဖြစ်လို့လဲဆိုတော့ one-way ဖြစ်နေတာကိုး။ရေဒီယိုအသံလွှင့်ရုံ၊ရုပ်/သံလွှင့်ရုံ၊ဘူတာရုံ၊ လေယာဉ်ကွင်း. . . စသည်တို့မှအစီအစဉ်များထုတ်လွှင့်ခြင်း၊အသိပေးကြေငြာချက်များထုတ်ပြန်ပေးခြင်းတို့နဲ့ဆိုင်တဲ့ဆက်သွယ်ရေးလုပ်ငန်းတွေဟာတစ်လမ်းသွားဆက်သွယ်ရေးစနစ်(simplex comm)ပုံစံတချို့ဖြစ်ပါတယ်။ဂြိုလ်တုတွေကနေကမ္ဘာမြေပြင်စခန်းရှိထိန်းချုပ်ဌာနသို့ telemetry signal တွေပေးပို့နေတာဟာလည်း simplex comm မှာအကျုံးဝင်ပါတယ်။

duplex comm ကို အပြည့်အဝနှစ်လမ်းသွားမျိုးလား၊ တစိတ်တပိုင်းပဲ နှစ်လမ်းသွားမှာလားဆိုပြီး ထပ်ခွဲထားပြန်ပါတယ်။အပြည့်အဝနှစ်လမ်းသွားစနစ်ကို **full duplaex** လို့ခေါ်ပြီး၊တစိတ်တပိုင်းပဲ နှစ်လမ်းသွားတာကို **half duplex** လို့ခေါ်ပါတယ်။လမ်းလျှောက်စကားပြောစက်(Walky-Talky)၊ အဆောက်အဦးအတွင်းသုံး အင်တာကွန်း(intercom)စက်. . . စတာတွေဟာနှစ်လမ်းသွားဆက်သွယ်ရေးစနစ်(duplex comm)လို့ခေါ်နိုင်ပေမယ့်၊ဦးတည်ဖက်(direction)အပြန်အလှန်ပြောင်း(alternateလုပ်)ပေးနိုင်တဲ့ switch (press to talk switch)တစ်ခုကို ပင်မယူနစ်(masta station)မှာထည့်ပေးထားတာကြောင့် ပြန်ပြောချင်တိုင်း(ပြန်မေးချင်တိုင်း)၊ ပြန်ပြော(ပြန်မေး)လို့မရနိုင်ပါဘူး။အဲဒီခလုပ်ဟာပြန်ပြော(ပြန်မေး)ခြင်းကို operator ရဲ့အလိုကျသာခွင့်ပြုပေးတာကြောင့်၊တစိတ်တပိုင်းနှစ်လမ်းသွား(half duplex) လို့ခေါ်တာဖြစ်ပါတယ်။တယ်လီဖုန်းစနစ်ကတော့ ဒီလိုမဟုတ်ပါဘူး။၂ဖက်စလုံးစိတ်ကြိုက်အပြန်အလှန်ဆက်သွယ်လို့ရတာကို သတိထားမိကြမှာပေါ့။အဲဒီလိုဆက်သွယ်ရေးမျိုးကျတော့အပြည့်အဝနှစ်လမ်းသွား(full duplex)လို့ခေါ်ပါတယ်။ကဲ-simplex နဲ့duplex အကြောင်းသဘောပေါက်သွားပြီဆိုရင်-စာဖတ်သူတို့ရဲ့ပတ်ဝန်းကျင်မှ အခြားနမူနာလေးတွေစိတ်ကူးယဉ်ပြီး၊ ကိုယ်တိုင်လေ့ကျင့်ကြည့်ပါဦး။ပိုပြီးကျွမ်းကျင်သွားအောင်လို့ပါ။ပုံ(၅-၁-က)မှာ simplex နှင့် duplex communications နှစ်မျိုးကိုပုံနှင့်တကွဖော်ပြထားပါတယ်။အဲဒီပုံကြည့်ပြီးစဉ်းစားကြည့်ပေါ့။

■ **Analog and Digital Communications-** အီလက်ထရွန်းနစ်နည်းပညာအဆိုအရ-ပေးထားတဲ့ signal တစ်ရပ်ရဲ့ ဗို့အား/လျှပ်စီး(voltagecurrent) ပမာဏဟာအမြင့်ဆုံးတန်ဖိုးနှင့်အနိမ့်ဆုံးတန်ဖိုးအကြားအဆက်မပြတ်ပုံစံမျိုးနဲ့ပြောင်းလဲနေရင်(continuously varyingဖြစ်နေရင်)အဲဒီinformation(signal)ကိုanalog signal လို့ခေါ်ပါတယ်။analog electronic system မှာ ဗို့အား(သို့)လျှပ်စီးရဲ့ပမာဏတန်ဖိုးဟာအရေးပါတယ်ဆိုတာသတိပြုမှတ်သားဖို့လိုပါတယ်။မိုက်ကရိုဖုန်းမှထုတ်ပေးနေတဲ့လူတို့စကားပြောသံအချက်ပြ(voice signal)နှင့်ဗီဒီယိုရိုက်ကင်မရာမှထုတ်ပေးနေတဲ့ရုပ်ပုံအချက်ပြ(video signal)လေးတွေဟာ analog signals အမျိုးအစားတွေဖြစ်ကြပါတယ်။ပုံ(၅-၁-ခ)မှာ analog နှင့် digital signals ၂မျိုးကိုဖော်ပြထားပါတယ်။နှိုင်းယှဉ်ကြည့်ပါ။



(ဃ) **Simplex and Duplex Communications**

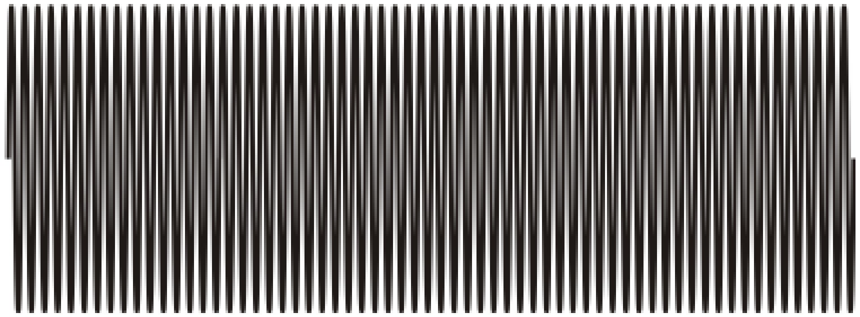


Analog signal voltage

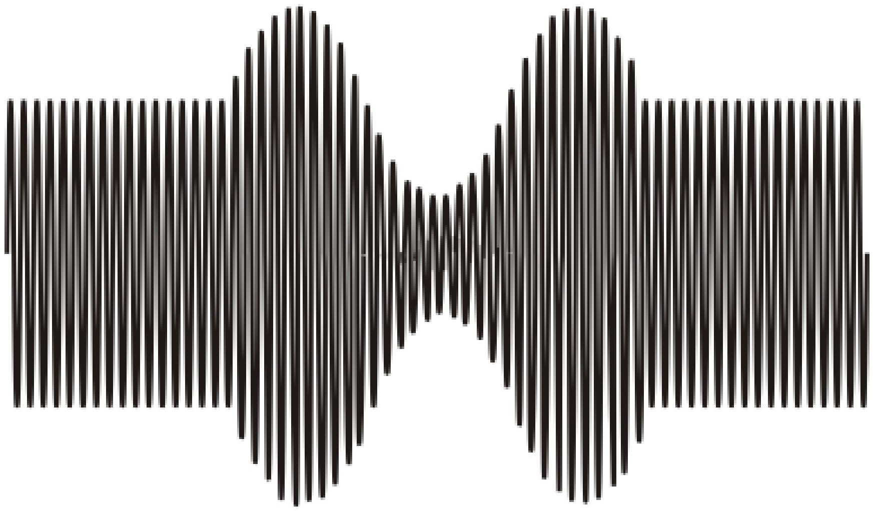
Digital signal voltage

(ခ) **Analog and Digital Signals**

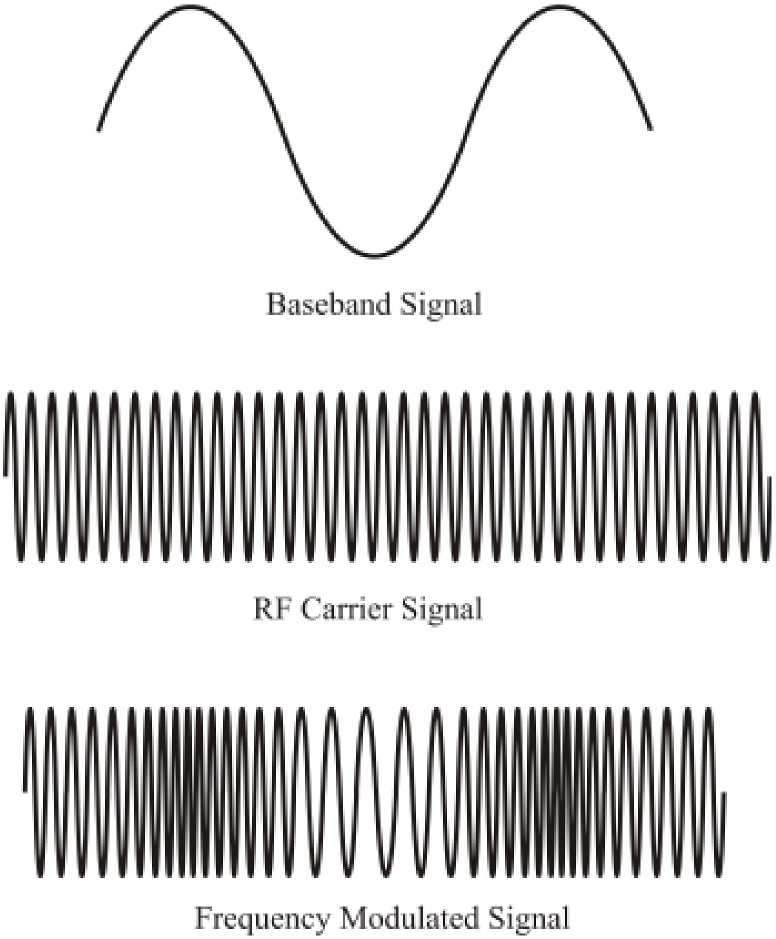
Baseband signal



RF Carrier Wave



Amplitude Modulated Signal



(ဂ) AM နှင့် FM Modulated Signals

ပုံ(၅-၁) Electronic Communication တွင်အသုံးပြုသော နည်းစနစ်များ

ပေးထားတဲ့အမြင့်ဆုံးနှင့်အနိမ့်ဆုံးဗို့အား(လျှပ်စီး)အခြေအနေ ၂ရပ်သာရှိပြီးကျန်တန်ဖိုးများအရေးမပါတဲ့ information(signal) ကို digital signal လို့ခေါ်ပါတယ်။ digital signal မှာအခြေအနေ ၂ရပ်သာရှိပါတယ်။ကြားအခြေအနေတွေမရှိပါဘူး။အဆက်ပြတ်နေပါတယ်။ကျွန်တော်တို့အိမ်တွေမှာတွေ့နိုင်တဲ့လျှပ်စစ်မီးခလုပ်တွေဟာဒီဂျစ်တယ်သဘောတရားခလုပ်တွေပါ။ပိတ်/ဖွင့်အခြေအနေ ၂ရပ်ပဲ ရှိတယ်မဟုတ်ဘူးလား။ stage show တွေမှာသုံးတတ်တဲ့ မီးအလင်းပြင်းအားလိုသလိုအနည်း/အများထိန်းချုပ်နိုင်တဲ့ light dimmer unit တွေကျတော့ analog electronic system ဖြစ်ပါတယ်။ဒီဂျစ်တယ်မဟုတ်ပါဘူး။ဒီဂျစ်တယ်သဘောကိုလျှပ်စစ်မီးသီးနဲ့ကြည့်ရင်-လင်းနေမယ်/ပိတ်နေမယ် ၂မျိုးပဲရှိပါတယ်။မှိန်မှိန်လေးလင်းနေတာတို့၊အလင်းဆုံးနဲ့အမှောင်ဆုံးအကြားအခြားအခြေအနေတရပ်ရပ်နဲ့လင်းနေတာမျိုးတို့ဆိုတာလုံးဝမရှိနိုင်ပါဘူး။ဒါကဒီဂျစ်တယ်အခြေအနေပါ။အင်နာလော့မှာတော့ကြားအခြေအနေတွေရှိပါတယ်။ဒီဂျစ်တယ်ရဲ့အခြေအနေ ၂ရပ်ကိုလွယ်လင့်တကူခေါ်ဝေါ်လို့ရအောင်သုံည(0)နှင့်တစ်(1)ဂဏန်း(digit) ၂လုံးဖြင့်ကိုယ်စားပြုဖို့သတ်မှတ်ထားပါတယ်။အဲဒီလိုသတ်မှတ်ရာကနေဂဏန်းဆိုင်ရာအီလက်ထရွန်းနစ်(digital electronic)ဆိုပြီးနှုတ်ကျိုးသွားခဲ့ဟန်တူပါတယ်။digital zera(0)ဆိုတာဗို့အားမရှိတာကို-ကိုယ်စားပြုတယ်လို့ယူဆသတ်မှတ်ရင်၊ one(1)ကိုဗို့အားရှိတာလို့ဆိုနိုင်ပါတယ်။ဒါကြောင့်မရှိတာနှင့်ရှိတာကို (0)နှင့်(1)လို့သတ်မှတ်နိုင်သလို၊အေးတာနှင့်ပူတာ၊နိမ့်တာနှင့်မြင့်တာ၊မှားတာနှင့်မှန်တာ၊မည်းတာနှင့်ဖြူတာ၊မကောင်းတာနှင့်ကောင်းတာ. . . စတဲ့ဆန့်ကျင်ဖက်အဓိပ္ပါယ်ရ logical terminologys တွေဟာလည်း အခြေအနေ ၂မျိုးရှိတာမို့(0)နှင့်(1)ဖြင့်ကိုယ်စားပြုနိုင်တဲ့ ဒီဂျစ်တယ်တွေလို့ဆိုနိုင်ပါတယ်။ဒီဂျစ်တယ်မှာအသုံးပြုတဲ့ကိန်းဂဏန်းစနစ်ဟာဂဏန်း ၂လုံးသာရှိတဲ့နှစ်လီဆတိုးစနစ်(သို့)ဘိုင်နရီကိန်းစနစ်(binary number system)ဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီဘိုင်နရီဂဏန်းတွေကိုလူအများသုံးစွဲနေကျကိန်းစနစ်ဖြစ်တဲ့ဆယ်လီဆစနစ်(decimal number system)ဂဏန်းများသို့ပြောင်းလို့ရပါတယ်။ဒီတော့ digital signal ကိုကိန်းဂဏန်းလေးတွေနဲ့ဖွဲ့စည်းထားတဲ့ array တစ်ခုလို့မြင်လောက်ရောပေါ့။ digital communication ဟာခုမှပေါ်လာတာမဟုတ်ပါဘူး။ရှေးအကျဆုံး digital electronic communication ကိုပြရရင် ၁၈၃၂ခုနှစ်မှာစတင်တီထွင်ခဲ့ပြီး ၁၈၄၄ခုနှစ် ရောက်မှအောင်မြင်စွာအသုံးချနိုင်ခဲ့တဲ့ ဆင်မြူရယ်မော့(စ်)(Samuel F.B Morse)ရဲ့ကြေးနန်းပို့နည်းပညာဖြစ်ပါတယ်။မော့(စ်)ကုဒ်လို့အသိများကြပါတယ်။အဲဒီကုဒ်ကိုခလုပ်ရဲ့ on/off capability လေးတွေနဲ့ဖွဲ့စည်းထားပါတယ်။ဒီနေ့ခေတ်ဒီဂျစ်တယ်ဆက်သွယ်ရေးကဏ္ဍမှာလက်ရှိအချိန်ထိအောင်မြင်မှုအရဆုံးဒီဂျစ်တယ်ကုဒ်ကိုဖော်ပြရရင်၊ကွန်ပျူတာတွေမှာလက်ရှိသုံးနေတဲ့-ASCII(American Standard Code for Information Interchange)ဖြစ်ပါတယ်။

digital signal ကိုကိုင်တွယ်ဖြေရှင်းတဲ့နေရာမှာကိန်းဂဏန်းလေးတွေဖြစ်နေတဲ့အတွက် analog signalထက်အားသာချက်တွေအများကြီးရှိပါတယ်။RFI , EMI ကဲ့သို့သော interference များကိုအလွယ်တကူဖယ်ရှားပစ်နိုင်ခြင်း၊ signal အရည်အသွေးအဆင့်အတန်းကို modify ပြုလုပ်နိုင်ခြင်း၊ information လုံခြုံမှုမြင့်မားခြင်း၊ signal အများအပြားကိုတခုနှင့်တခုအနှောက်အယှက်ကင်းကင်းဖြင့် transmission channel တစ်ခုတည်းပေါ်မှာ multiplex လုပ်၍ပို့ဆောင်ပေးနိုင်ခြင်း. . . စတဲ့အချက်တွေဟာ analog ထက်အလွန်သာတယ်လို့ဆိုရမှာပါ။သူ့ရဲ့အားသာချက်ကိုကြည့်ချင်ရင်-ယခင် analog satellite receiver နဲ့ယခု digital satellite receiver တို့ရဲ့ကွာခြားချက်တွေမှာတွေ့ရမှာပါ။ဒီဂျယ်တယ်ကင်မရာ

တွေရဲ့စွမ်းဆောင်ရည်တွေကလည်းယခင်ဖလင်ကင်မရာတွေဘယ်လိုမှတုနိုင်းလို့မရအောင်ကွာခြားလွန်းလှပါတယ်။တယ်လီဖုန်းစနစ်မှာလည်းကြည့်ပါဦး။ဒီဂျစ်တယ်အော်တိုအိတ်ချိန်းတွေရဲ့စွမ်းရည်တွေကအရင် analog ခေတ်နဲ့ဘာမှမဆိုင်ကြောက်ခမန်းလိလိထက်မြက်လွန်းလှပါတယ်။အဆင်ပြေတဲ့တနေ့ကျရင်တော့ Digital Signal Processing(DSP)အကြောင်းပြည့်ပြည့်စုံစုံရေးသားဖို့စိတ်ကူးရှိပါတယ်။အခုဒီစာအုပ်မှာတော့အမြည်းလောက်ပဲထည့်ခွင့်ရတာကျွန်တော်အားမရပါဘူး။ဒီလောက်နဲ့ကြေနပ်ပေးကြဖို့မေတ္တာရပ်ခံအပ်ပါတယ်။

■ **Baseband Signal and Modulated Signal Communications**-လူတို့စကားပြောတဲ့အခါမှာဖြစ်စေ၊တူရိယာပစ္စည်းတစ်ခုခုတီးမှုတ်လိုက်တဲ့အခါမှာဖြစ်စေ၊လေထဲတွင်တုန်ခါမှုစွမ်းအင်သဏ္ဍာန်အသံလှိုင်းများကိုဖြစ်စေပါတယ်။ဒီအသံလှိုင်းတွေမှာ-တုန်ခါနှုန်း(သို့)ကြိမ်နှုန်း(vibration per second)(သို့)(frequency)ရှိပြီး၊ယူနစ်ကိုတော့သိပ္ပံပညာရှင်ကြီးဟိန်းနရစ်ဟာ့(စ်)ကိုဂုဏ်ပြုသောအားဖြင့်Hertz(Hz)နဲ့ဖော်ပြဖို့သတ်မှတ်ထားပါတယ်။အဲဒီအသံလှိုင်းတွေကိုနားဖြင့်အာရုံခံတဲ့အခါကြားရခြင်းဆိုတဲ့ရသကိုခံစားရစေပါတယ်။ပျမ်းမျှခြင်းအားဖြင့်လူရဲ့နားဟာတစက္ကန့်မှာအကြိမ်ပေါင်း၂၀(20Hz)မှ၂၀၀၀၀(20kHz)အကြားတုန်ခါနေတဲ့အသံလှိုင်းများကိုကြားနိုင်ပါတယ်။အဲဒီကြိမ်နှုန်းတာခွင်ကို **'ကြားနိုင်ကြိမ်နှုန်းခွင်'** (audio frequency range)လို့ခေါ်ပါတယ်။20Hzအောက်လှိုင်းများနှင့်20,000Hz (20kHz)အထက်လှိုင်းများကိုမကြားနိုင်တော့ပါဘူး။အဲဒီလှိုင်းတွေကိုတော့အသံအောက်လှိုင်း(infra sonic wave)နဲ့အသံလွန်လှိုင်း(ultra sonic wave)တွေလို့ခေါ်ပါတယ်။ပျမ်းမျှလူတို့ **'စကားပြောသံလှိုင်းတုန်နှုန်းတာခွင်'** (voice frequency range)ဟာ 300Hz မှ 3,000Hz(3kHz) အထိရှိပါတယ်။ musical instruments တွေရဲ့တုန်နှုန်းတွေကတော့လူတို့စကားပြောတုန်နှုန်းထက်ပိုပြီးကျယ်ပြန့်ပါတယ်။ 80Hz မှ 16kHzအတွင်းရှိတတ်ပါတယ်။ဒါကပျမ်းမျှတန်ဖိုးပါ။instrument အမျိုးအစား(ဂစ်တာ၊ ပြွေ(ပလွေ)၊ နှဲ၊စန္ဒယား. . . စတဲ့ပစ္စည်းအမျိုးအစား)ကွဲပြားမှုပေါ် မူတည်ပြီးအပြောင်းအလဲတော့ရှိမှာပေါ့။အဲဒီအသံလှိုင်းတွေကိုအသံချဲ့ဖို့ဖြစ်စေ၊ပဲ့တင်သံလုပ်ဖို့ဖြစ်စေ. . . process လုပ်ချင်တဲ့အခါလျှပ်စစ်စွမ်းအင်အသုံးချသက်ဆိုင်ရာစက်ထဲထည့်ပေးရမှာဖြစ်တာကြောင့်အရင်ဆုံး အသံလှိုင်းကိုလျှပ်စစ်အချက်ပြလေး(electrical signals)တွေဖြစ်သွားအောင်ပြောင်းပေးရပါတယ်။convert လုပ်ပေးရမှာပေါ့။အဲဒီအတွက်ကျွန်တော်တို့တွေဘာသုံးသလဲဆိုတော့၊စကားပြောခွက်(microphone)ကိုအသုံးပြုပါတယ်။microphoneဟာအသံစွမ်းအင်လှိုင်းကိုလျှပ်စစ်စွမ်းအင်လှိုင်း(electric signal)အဖြစ်ပြောင်းပေးတဲ့ပစ္စည်းတမျိုးလို့မြင်နိုင်ပါတယ်။မိုက်ရဲ့အထွက်မှာရှိနေတဲ့လျှပ်စစ်စွမ်းအင်လှိုင်းကို audio signal လို့လည်းလွယ်လွယ်ခေါ်ကြပါသေးတယ်။audio signal ဟာအသံလှိုင်းတုန်ခါမှုနှုန်းအတိုင်းပြောင်းလဲနေတဲ့အေ-စီလှိုင်းမျိုးဖြစ်တာကြောင့်သူ့မှာလည်းအသံလှိုင်းတုန်ခါနှုန်းနဲ့ညီမျှတဲ့တန်ဖိုးဆောင်ကြိမ်နှုန်းရှိနေပါတယ်။အဲဒါကိုaudio siganl frequencyလို့ခေါ်ပါတယ်။

video camera ၊ CCTV camera တွေလည်းပဲ၊ထိုနည်းလည်းကောင်းပါပဲ။ရုပ်ပုံလေးတွေဖြစ်လာဖို့အလင်းနှင့်အမှောင်အရိပ်လေးတွေနဲ့ဖွဲ့စည်းထားတာကြောင့်၊ပုံရိပ်ကလေးတွေရဲ့အလင်း-အမှောင်ပြောင်းလဲမှုကြိမ်နှုန်းဆိုတာရှိပါတယ်။မျက်လုံးနဲ့တိုက်ရိုက်မြင်နိုင်တဲ့အလင်းအမှောင်ပြောင်းလဲမှု

လေးတွေကို-visual information(signal)လေးတွေလို့ခေါ်ပါတယ်။အလင်းဆိုင်ရာ visual information လေးတွေကိုလျှပ်စစ်ဆိုင်ရာ video signals လေးတွေဖြစ်အောင်ကင်မရာဖြင့်ပြောင်းယူပါတယ်။ အဲဒီ video signals လေးတွေမှာလည်းရှုခင်းထဲမှာရှိနေတဲ့ရုပ်ပုံလေးတွေရဲ့အလင်းနှင့်အမှောင်အရိပ်လေးတွေရဲ့ပြောင်းလဲနေတဲ့နှုန်းနဲ့ညီမျှတဲ့ frequency အတိုင်းရှိနေလိမ့်မယ်ဆိုတာသတိပြုရပါမယ်။video signal frequency ဟာလည်း ရုပ်ပုံဖြစ်အောင်ဖွဲ့စည်းမယ့် resolution format နှင့်ရှုခင်းထဲမှာပါတဲ့ရုပ်ပုံအရွယ်အစားအကြီးအသေးပေါ်မူတည်ပြီး၊ 25Hz မှ10MHz အထိကျယ်ဝန်းနိုင်ပါတယ်။NTSC format စနစ်မှာတော့ video signal frequency band ဟာ30Hz မှ 4.2MHz အထိရှိတာတွေ့ရပါတယ်။

အခုရှင်းပြခဲ့တဲ့voice(300Hz-3KHz)၊audio(20Hz-20KHz)၊video(30Hz-4.2MHz) ပင်ရင်းတွေမှထုတ်လုပ်ပေးထားတဲ့ ကနဦးအချက်ပြတွေကို baseband signals တွေလို့ခေါ်ပါတယ်။ baseband signals တွေကို ကေဘယ်ဝါယာဖြင့်တိုက်ရိုက်ပို့ဆောင်ပေးနိုင်သော်လည်း၊ကြိုးမပါပဲ၊ ဟင်းလင်းပြင်ထဲမှတဆင့်ပို့ဆောင်လို့မရနိုင်ပါဘူး။မသွားပါဘူး။ဒါ့အပြင်ပို့ဆောင်တဲ့လမ်းကြောင်းရှင်းအောင်၊ စရိတ်စကသက်သာအောင်ရည်ရွယ်ချက်နဲ့ဝါယာကြိုးတစ်ချောင်းတည်းပေါ်မှာ signal ပင်ရင်းပေါင်းများစွာကိုမရောယှက်စေပဲ၊စုပြုံလွှတ်တာကိုလည်း baseband signals တွေနဲ့ဆိုလုပ်လို့မရပါဘူး။ရှုတ်ကုန်ပါလိမ့်မယ်။ဒီအခါ baseband signal frequencyတန်ဖိုးထက်ပိုမြင့်တဲ့၊အေ-စီလျှပ်စစ်သံလိုက်လှိုင်းတမျိုးဖြစ်တဲ့ရေဒီယိုလှိုင်း(Radio Wave)ဖြင့်သယ်ဆောင်စေရပါတယ်။ရေဒီယိုသယ်ဆောင်လှိုင်းအတွင်း baseband signals ထည့်သွင်းတာကိုလှိုင်းသခြင်း(modulation)လုပ်တယ်လို့ခေါ်ပါတယ်။ modulation လုပ်ပုံလုပ်နည်းအမျိုးမျိုးရှိပါတယ်။Amplitude Modulation(AM)၊ Frequency Modulation (FM)၊ Phase Modulation(PM). . . တို့ဟာ radio communication မှာအသုံးများတဲ့နည်းတွေဖြစ်ပါတယ်။ကြိမ်နှုန်းမြင့်ရေဒီယိုလှိုင်းတစ်ခုဖြင့်လှိုင်းသထားတဲ့ signal ကို modulated signalလို့ခေါ်ပါတယ်။AM ၊ FM ရေဒီယိုအသံလွှင့်လှိုင်းတွေ၊ MRTV ၊ MWD ရုပ်သံလှိုင်းတွေဟာ modulated signal တွေဖြစ်ပါတယ်။ GSM ၊ CDMA. . . စတဲ့ mobile phones တွေအလုပ်လုပ်နေတဲ့ signal တွေဟာလည်း modulated signal တွေပါပဲ။ signal ၂ခု(သို့)အများအပြားကိုကြိုးတစ်ချောင်းတည်း(ဒါမှမဟုတ်)ရေဒီယိုလွှင့်လမ်းကြောင်း(radio channel)တစ်ခုတည်းဖြင့်တပြိုင်တည်းပေးပို့ချင်ရင်၊ အဲဒီ signal ဟာ baseband signal ဆိုရင်မရပါဘူး။ modulated signal ဖြစ်ရမယ်ဆိုတာအထူးသတိပြုမှတ်ဖို့လိုပါတယ်။ပုံ(၅-၁-၇)မှာ AM နှင့် FM modulated signal ၂မျိုးကိုနမူနာအဖြစ်ပြထားပါတယ်။

ကွန်ပျူတာကပို့လွှတ်မယ့် data တွေကျတော့ frequency ဖြင့်သတ်မှတ်လေ့မရှိပါဘူး။တစ်စက္ကန့်အတွင်းပို့လွှတ်မယ့်ဂဏန်း(bit)အရေအတွက်နဲ့သတ်မှတ်ထားပါတယ်။ digital binary signal ဖြစ်တဲ့(0) (သို့မဟုတ်)(1)ဂဏန်းတစ်လုံးကို bit လို့ခေါ်ပါတယ်။8 bits ကိုတော့ 1byte လို့ခေါ်ဖို့သတ်မှတ်ပါတယ်။ 4bytes(သို့မဟုတ်)32 bits ကိုတော့1word လို့သတ်မှတ်ပါတယ်။ASCII code မှာအင်္ဂလိပ်အက္ခရာတစ်လုံးကို 8bits (1byte) format နဲ့ဖွဲ့စည်းထားပါတယ်။ပုံစံအားဖြင့်-C ရဲ့ ASCII code သင်္ကေတကို $(01000011)_b$ ဖြင့်လည်းကောင်း၊ T ကတော့$(01010100)_b$ဖြင့်လည်းကောင်း၊V ကိုတော့ $(01010110)_b$ ဖြင့်သတ်မှတ်ထားပါတယ်။data တွေကို transmission လုပ်တဲ့အခါ baud rate(bits/second) ဖြင့်သတ်

မှတ်ပို့လွှတ်ပါတယ်။ဒါကို data transfer rate(speed)လို့ခေါ်ပါတယ်။ဥပမာ- 256bits/s(256 baud) ရှိတဲ့ data transfer rate ဟာတစ်စက္ကန့်မှာအက္ခရာ ၃၂ လုံးပို့တယ်ဆိုတဲ့သဘောပါပဲ။ data transfer rate တန်ဖိုးကို ၈ နဲ့စားရင် အင်္ဂလိပ်အက္ခရာအလုံးအရေအတွက်ရတယ်ဆိုတာသတိပြုပါ။Samsung Techwin မှထုတ်တဲ့ PTZ controller ရဲ့ data transfer speed(rate)ဟာ 2400bps ~ 57,6000bps အထိလိုသလိုစိတ်တိုင်းကျ setting လုပ်ပြီးပို့လွှတ်နိုင်တာတွေ့ရပါတယ်။

5.2: Transmission

5.2.1: About The Transmission

communication လုပ်တဲ့အခါပို့ဆောင်ပစ္စည်း(Transmitter-Tx)၊ကြားခံအကူပစ္စည်း (Medium) ၊လက်ခံပစ္စည်း(Receiver-Rx)ဆိုပြီးရှိရပါတယ်။အဲဒီမှာ Transmitter နဲ့ Receiver အကြား signal တွေဖြတ်သန်းသွားမှုပြုတာကို Transmission လို့ခေါ်ပါတယ်။အခုသင်ခန်းစာမှာ Transmission နဲ့ ပတ်သက်ပြီးသိသင့်သိအပ်တဲ့အကြောင်းအရာတွေကိုဖော်ပြပေးပါ့မယ်။ဒါပေမယ့် CCTV နဲ့ပါတ်သက်တာကိုပဲ၊ ဖောင်းပေးတင်ပြသွားမှာပါ။

CCTV cameras(သို့)Sensors(သို့)Control devices . . . စတဲ့ပစ္စည်းတွေမှထုတ်လွှတ်လိုက်တဲ့ video signals (သို့) control informations တွေကို monitors (သို့) display devices(သို့) အခြားသော controlled devices တွေဆီပေးပို့တဲ့အခါကြားခံအထောက်အကူပစ္စည်းတမျိုးမျိုးအသုံးပြုရပါတယ်။အဲဒီလိုကြားခံအသုံးပြုတဲ့အထောက်အကူပြုပစ္စည်းကို မီဒီယမ်(mediums)လို့ခေါ်ပါတယ်။

ကြားခံပစ္စည်းမီဒီယမ်အမျိုးအစားပေါင်းများစွာရှိပေမယ့်ယေဘူယျအားဖြင့်ခွဲခြမ်းကြည့်ရင်၂မျိုးသာတွေ့ရပါလိမ့်မယ်။အဲဒီ၂မျိုးကတော့-ကြိုးအမျိုးအစားမီဒီယမ်(cable)(or)(wire) medium နဲ့ကြိုးမဲ့အမျိုးအစားမီဒီယမ်(wireless medium)တို့ဖြစ်ကြပါတယ်။ကြိုးအမျိုးအစားမီဒီယမ်အဖြစ်-ကြေးနီလျှပ်ကူးဝါယာ(copper wire)(သို့)အလင်းဖန်မျှင်(fiber optic cable)တို့ကိုစံအားဖြင့်သုံးလေ့ရှိကြပြီး၊ကြိုးမဲ့မီဒီယမ်အဖြစ်-ရေဒီယိုလှိုင်း(Radio wave)(သို့)လျှပ်စစ်သံလိုက်လှိုင်း(electromagnaticwave)တမျိုးမျိုးကိုအသုံးပြုလေ့ရှိပါတယ်။အခုပြောနေတာတွေက-ကွန်ပျူတာအသုံးအနှုန်းနဲ့ဆိုရရင် hardware mediums လို့ဆိုရပါမယ်။ဒါ့အပြင် signal တွေကိုမိမိတို့လိုရာပို့တဲ့နေရာမှာသတ်မှတ်ထားတဲ့အချိန်အတွင်းမှာ data တွေအများကြီးပို့နိုင်အောင်ဘယ်လို compression တွေလုပ်ထားမယ်၊ကုန်ကျစရိတ်သက်သာအောင် hardware line(သို့)channel နည်းနည်းဖြင့်devices ပေါင်းများစွာ transmit လုပ်နိုင်ဖို့ data တွေကိုဘယ်လို format နဲ့ encode လုပ်ပြီး၊ ဘယ်လို decode လုပ်မှာလဲ၊ ပို့လိုက်တဲ့ data တွေလမ်းခရီးမှာလုံခြုံမှုရှိစေရေးအတွက်ဘယ်လို encrypted လုပ်ပြီး၊ဘယ်လို decrypted လုပ်ထားမှာလဲ. . . စတဲ့ protocal တွေကို software mediums တွေလို့ခေါ်ပါတယ်။ပုံစံအားဖြင့်-MPEG-4 ၊ H-246၊ MP-3၊ JPEG ၊ RS232 ၊ RS422 ၊ RS485 . . . တို့ဟာ software mediums အချို့ဖြစ်ကြပါတယ်။

hardware mediums တွေနှင့်ပတ်သက်ပြီးအောက်ပါတို့ရဲ့အကြောင်းများကိုဖော်ပြပေးသွားပါ့

မယ်။

- **Coaxial Cable**
- **Twisted Pair Wire**
- **Fiber Optic Cable**
- **Microwave**
- **Telephone Network**

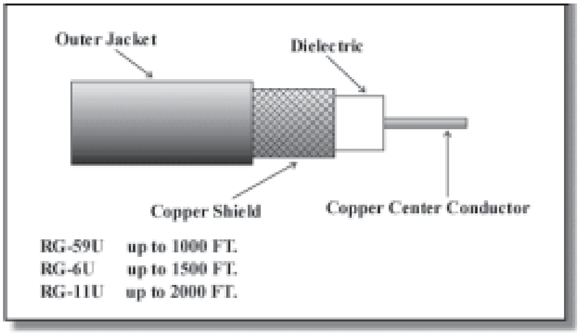
5.2.2: Coaxial Cable

■ **Basic concepts of Coax Cable**-camera မှရိုက်ပို့ပေးလိုက်တဲ့ video signals တွေကိုမော်နီတာ (သို့မဟုတ်)အခြား video processing devices တစ်ခုခုထံပေးပို့လိုတဲ့အခါ technicians တွေအများဆုံးအသုံးပြုတဲ့ medium တမျိုးကတော့-coaxial("coax"လို့လည်းခေါ်)ဖြစ်ပါတယ်။သူ့မှာထည့်သွင်းတည်ဆောက်ထားတဲ့လျှပ်ကူးဝါယာနှစ်ခုရဲ့ဗဟိုဝင်ရိုးမှတ်(axis)တို့ဟာကြိုးရဲ့ထိပ်ထည့်တည့်ကကြည့်ရင် စက်ဝိုင်းအလယ်မှာတစ်ထပ်တည်းအတူတူကျနေတာကြောင့်ဗဟိုဝင်ရိုးတူနန်းကြိုး(coaxial cable)လို့ခေါ်တာဖြစ်ပါတယ်။

coaxial cable ကို၁၉၂၉ခုနှစ်မှာစပြီးတီထွင်ခဲ့တာပါ။ဒါပေမယ့် commercial မဖြစ်သေးပါဘူး။ ၁၉၄၁ခုနှစ်ရောက်တော့မှာပထမဆုံး commercially used ဖြစ်လာခဲ့တာပါ။

coaxial cable မှာလျှပ်စစ်ဓါတ်ဖြတ်ကူးခြင်းမပြုနိုင်တဲ့လျှပ်ကာအလွှာ(dielectric layer)ဖြင့်ဝန်းရံထားတဲ့အလည်ဗဟိုမှာတစ်ချောင်းတည်းသောကြေးနီစစ်စစ်ဝါယာ(solid copper wire)(သို့) ကြေးနီလွှာပါးတင်ထားတဲ့သံမဏိဝါယာ(copper-clad-steel wire)ကိုထည့်ထားပါတယ်။အဲဒီလျှပ်ကာအလွှာအပြင်ဖက်မှာကျစ်ဆံမြီးလိုကျစ်ထားပြီး၊ဇကာလိုကာထားတဲ့လျှပ်ကူးဝါယာ(shield wire)တစ်ထပ်(သို့)သုံးထပ်အထိကိုသူ့ရဲ့အပေါ်ဖက်မှာ PVC ပလပ်စတစ်(သို့မဟုတ်)ရာဘာလျှပ်ကာအလွှာဖြင့်နောက်ဆုံးဖုံးအုပ်ပြုလုပ်ထားပါတယ်။CCTV အသုံးချစနစ်တစ်ခုတည်ဆောက်တဲ့အခါအရည်အသွေးမြင့်စက်ရုံများမှထုတ်လုပ်ထားတဲ့စံချိန်မှီ၊အဆင့်မှီ cable တွေကိုသာသုံးသင့်ပါတယ်။ cable ရဲ့ ဗဟိုမှလျှပ်ကူးဝါယာနဲ့ကျစ်ဆံမြီးလိုကျစ်ထားတဲ့ braided shield တို့ကိုကြေးနီသတ္တုအမျိုးအစားနဲ့ပြုလုပ်ထားတဲ့ cable ကိုသုံးတာအကောင်းဆုံးပါပဲ။ line loss သက်သာတဲ့အတွက်သူ့ချည်းပဲ၊နည်းနည်းပိုဝေးဝေးပြေးနိုင်တာပေါ့။ အလျှူမီနီယမ်အလွှာပါးရစ်ပတ်ထားတဲ့အကာ(shielded)ပါတဲ့ cable အမျိုးအစားကို consumer cable အသုံးချမှုလိုနေရာတချို့နဲ့အရေးပေါ်ပေါ့ပေါ့ပါးပါးအလွယ်တကူသုံးဖို့လိုတဲ့နေရာမျိုးတွေမှာသာသုံးသင့်ပါတယ်။CCTV requirements မှာသုံးဖို့မသင့်ပါဘူး။line loss များတတ်တာကြောင့်အဲဒီအချက်ကိုအထူးသတိပြုဖို့လိုပါလိမ့်မယ်။တောင့်တင်းခိုင်မာမှုရည်ရွယ်ချက်နဲ့ခရီးတိုပြေးချင်တယ်ဆိုရင်တော့-ကြေးနီအလွှာပါးတင်ထားတဲ့သံမဏိဝါယာကေဘယ်ကိုသုံးသင့်ပါတယ်။သူ့ကိုတော့ F-connectors တွေနဲ့တွဲသုံးလေ့ရှိပါတယ်။

coaxial cable တည်ဆောက်ထားပုံနှင့်နမူနာတချို့ကိုပုံ(၅-၂)မှာပြထားပါတယ်။အဲဒီပုံမှာတွေ့ရ



(က) coaxial cable ၏အတွင်းဖြတ်ပိုင်းပြပုံ

(ခ) အသုံးများသော coaxial cable များ

(ဂ) RG designation

ပုံ(၅-၂) Coaxial (Coax) cable

တဲ့အတိုင်း cable ရဲ့ center core wire လုံးပတ် (gauge)အကြီး/အသေးပေါ် မူတည်ပြီး၊တိုက်ရိုက်ပြေးဆွဲနိုင်တဲ့ အကွာအဝေးမှာ 2,000 ft အထိအများဆုံးရှိနိုင်ပါတယ်။cable လုံးပတ်ကြီးရင် signal ဆုံးရှုံးမှုနည်းမှာဖြစ်တာကြောင့်အလျားအကွာအဝေးပိုပြေးနိုင်မယ်ဆိုတာသတိပြုဖို့လိုပါတယ်။အလွန်ရှည်လျားတဲ့အကွာအဝေးကိုဖြတ်သန်းပြီး cable ပြေးမယ်ဆိုရင် video signal ဆုံးရှုံးမှုအသင့်အတင့်ရှိမှာဖြစ်တာကြောင့် camera နဲ့ monitor အကြား cable လိုင်းထဲမှာချဲ့စက်(amplifier)ခံ၍ အသုံးပြုသင့်ပါတယ်။အဲဒါမှသာဆုံးရှုံးသွားတဲ့ video signals တွေကိုပြန်ဖြည့်ပေးနိုင်မှာဖြစ်ပါတယ်။

■ **Advantages and Disadvantages of Coax Cable-** CCTV စနစ်တစ်ခုရဲ့ရုပ်ပုံအရည်အသွေးကောင်းမွန်ခြင်းနှင့်ယုံကြည်စိတ်ချစွာအသုံးပြုနိုင်ခြင်း. . . ဆိုတဲ့အချက်တွေဟာအသုံးပြုမယ့်cableအမျိုးအစားကောင်းမွန်မှုပေါ် မှာအဓိကမူတည်နေတယ်ဆိုတာတွေ့ရပါတယ်။ဒါ့အပြင် system installation လုပ်တဲ့နေရာမှာ cable medium အသုံးပြုခြင်းဟာနည်းပညာအရအရှင်းဆုံး၊အလွယ်ကူဆုံးနဲ့စရိတ်အသက်သာဆုံးဖြစ်တဲ့အပြင်၊ ထိန်းသိမ်းစောင့်ရှောက်ရမှုလည်းအလွန်နည်းတယ်ဆိုတဲ့အချက်တွေဟာcable အသုံးပြုမှုကြောင့်ရရှိနိုင်တဲ့ ကောင်းကျိုးတရားတွေလို့ဆိုနိုင်ပါတယ်။ဒါပေမယ့်ဘယ်အရာမဆို-အဆိုး/အကောင်းဒွန်တွဲနေတတ်တဲ့ ဓမ္မတာအရဆိုးကျိုးတွေလည်းရှိနေပါတယ်။အဲဒီဆိုးကျိုးတွေအနက်ချို့ကိုဖော်ပြပေးလိုက်ပါတယ်။

coaxial cable တလျှောက်ဖြတ်သန်းစီးဆင်းနေတဲ့ signal တွေဟာ electrical အသွင်သဏ္ဍာန်မျိုးဖြစ်တဲ့အတွက်ရေဒီယိုလှိုင်းကြားဝင်နှောက်ယှက်မှု{RFI(Radio Frequency Interference)}နဲ့လျှပ်စစ်သံလိုက်လှိုင်းကြားဝင်နှောက်ယှက်မှု{EMI (Electro-Magnetic Interference)}တို့လို နှောက်ယှက်မှုမျိုးတွေကိုမလွှဲမရှောင်လက်ခံလွယ်တတ်ဆိုတဲ့ဆိုးကျိုးရှိတာမို့ cable သွယ်တန်းတဲ့အခါအဲဒီအနှောက်အယှက်တွေဝင်ရောက်နိုင်မှုအနည်းဆုံးဖြစ်အောင်ကြိုတင်စဉ်းစားဒီဇိုင်းချဖို့သတိပြုရပါမယ်။နောက်ပြီး cable လမ်းကြောင်းတလျှောက် signal loss ဖြစ်ပွားတတ်တဲ့ဆိုးကျိုးတရားလည်းရှိပါသေးတယ်။ဒါကတော့ video booster နဲ့ဖြေရှင်းလိုက်ရင်ပြေလည်သွားမှာပါ။အဆိုးဆုံးကတော့-မိမိရဲ့ လုံခြုံရေးဝန်ထမ်းမဟုတ်တဲ့အခြားခွင့်ပြုချက်မရှိတဲ့ပုဂ္ဂိုလ်တစ်ဦးဦးက cable ကြိုးအတွင်း တိုက်ရိုက်ကြားဖောက်

သွယ်တန်း(tapping လုပ်တာလို့ခေါ်)တဲ့နည်းနဲ့ video signal ကိုမဖွယ်မရာဝင်ရောက်ခိုးယူနိုင်တဲ့ဆိုးကျိုးပဲ ဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီအချက်ကိုတော့အထူးသတိပြုပြီးအစီအစဉ်တွေနဲ့ချမှတ်ရေးဆွဲဖြေရှင်းသင့်ပါတယ်။

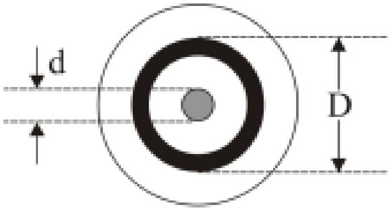
ချုံ့ပြီးပြောရရင်-coaxial cable(သို့မဟုတ်)အခြား electrical signal transmission medium ပုံစံတစ်ခုခုအသုံးပြုတဲ့အခါ CCTV စနစ်တခုလုံးကိုသင့်တင့်လျှောက်ပတ်စွာ grounding လုပ်ထားဖို့လိုအပ်တယ်ဆိုတာသတိပြုပါ။အဲဒီအချက်ဟာအရေးကြီးတဲ့အချက်ဖြစ်တာမို့အထူးဂရုစိုက်ဖို့လိုပါမယ်။တကယ်လို့ဆက်စပ်ပစ္စည်းတွေကိုစနစ်တကျ ground ချမထားပဲ cabling လုပ်မယ်ဆိုရင် ground loop effectsဖြစ်ပွားမှုကြောင့် RFI/EMI interference ဖြစ်ခြင်း၊အခြား potentially damaging effect ဖြစ်ခြင်း. . . စတဲ့မလိုလားအပ်တဲ့ဆိုးကျိုးတွေကိုမလွဲမသွေကြုံတွေ့ရပါလိမ့်မယ်။

■ **Types of Coax Cables-** coaxial cable ကို video signal applications တွေမှာအသုံးပြုဖို့အဓိကထုတ်လုပ်ခဲ့တာဖြစ်ပါတယ်။ video signal transmission လုပ်တဲ့အခါ baseband signal transmission နှင့် modulated signal transmission နှစ်မျိုးစလုံးအသုံးပြုတာတွေ့ရပါတယ်။ modulated signal transmission ကို CATV(Cable TeleVision) broadcasting စနစ်မှာအသုံးများပါတယ်။CATV စနစ်ဆိုတာကတော့ wireless transmission မှာလွှင့်စက်နဲ့ဖမ်းစက်သိပ်ဝေးလွန်းရင်ဖြစ်စေ၊သိပ်နီးလွန်းရင်ဖြစ်စေ-ပြဿနာရှိပါတယ်။သိပ်ဝေးလွန်းရင် signal strength လျော့နည်းကာ signal to noise ratio(S/N ratio)ကျဆင်းပြီး snow noise picture ကိုထုတ်လုပ်စေတတ်ပါတယ်။လွှင့်စက်နှင့်ဖမ်းစက်နီးသော်လည်းအဆောက်အဦးတွေထူထပ်တဲ့မြို့ကြီးပြကြီးတွေမှာလည်းဖမ်းယူကောင်းကင်တိုင်ဆီသို့မြင့်မားတဲ့အဆောက်အဦးတွေဆီမှရိုက်ပြန်ထွက်လာတဲ့ multipath reception ကြောင့်ပုံထပ်တွေဖြစ်နေတဲ့ Ghost picture အကျိုးတရားကိုဆိုးရွားစွာဖြစ်စေနိုင်ပါတယ်။အဲဒီဆိုးကျိုးတွေကို CATV ဖြင့်အကောင်းဆုံးဖြေရှင်းနိုင်ခဲ့ပါတယ်။

Coaxial cable ထုတ်လုပ်တဲ့အခါ RGဟုရေးထားတဲ့အက္ခရာစာလုံး၂လုံးဖြင့်စထားတဲ့ alphanumeric code ဖြင့်ရေးသားထုတ်လုပ်ပါတယ်။RG ဆိုတာကတော့-**R**adio frequency **G**overnment လို့အမည်ရပါတယ်။အမေရိကန်အစိုးရရဲ့အသိအမှတ်ပြုထားခြင်းခံရတဲ့ပစ္စည်းအမှတ်အသားပါ။အသေးစိတ်ကိုတော့ ပုံ(၅-၂-ဂ)မှာကြည့်ပါ။

coax cable ကို code အမျိုးမျိုးနဲ့ထုတ်လုပ်ကြပါတယ်။ video applications အတွက် characteristic impedance-75ohms ရှိတဲ့ RG59, RG11, RG6 ဆိုပြီးအမည်ပေးထားတဲ့ code တွေနဲ့ထုတ်လုပ်တဲ့အမျိုးအစားတွေကိုအသုံးများတာတွေ့ရပါတယ်။ပုံ(၅-၂-ခ)မှာကြည့်ပါ။အဲဒီ cable ကြိုးတွေရဲ့အပြင်လုံးပတ်အချင်း(diameter)အရွယ်အစားဟာ 3.7mm မှ10.29mm အထိအမျိုးအစားကွဲပြားမှုမူကွဲများခြားနားမှုအလိုက်ရှိတတ်ပါတယ်။ကြိုးရဲ့အလယ်မှ signal transmission တာဝန်ယူထားတဲ့ core conductor အနေနဲ့လည်း 0.6mm မှ 1.63mm အထိရှိတတ်ပါတယ်။

30Hz မှ 4.2MHz အထိ bandwidth ရှိတဲ့ baseband video signal ကို transmission လုပ်တဲ့အခါ line loss နည်းပေမယ့်၊ VHF(or) UHF band အတွင်းရှိ RF carrier တွေနဲ့ modulated လုပ်ထားတဲ့ video signals များဖြင့် transmission လုပ်တဲ့ CATV လိုအသုံးချမှုကိစ္စတွေမှာ



Z = 138 log D/d .... ပုံသေနည်း(၅-၁)

ပုံ(၅-၃) coaxial cable ၏ characteristic impedance သတ်မှတ်ထားပုံ

တော့ line loss ဟာတော်တော်သိသာထင်ရှားလာတာတွေ့ရပါတယ်။ conductor တွေကို 50Hz frequency မျှသာရှိတဲ့ a.c power transmission လုပ်တဲ့အခါဖြစ်စေ၊ 20Hz မှ 20kHz bandwidth သာရှိတဲ့ audio signal transmission လုပ်တဲ့အခါမှာဖြစ်စေ၊ကြိုးရဲ့ဟန့်တားမှု (impedance) ဟာ ဒီစီခုခံမှု (0 ohm နီးပါး)လောက်ပဲ ရှိမှာဖြစ်တဲ့အတွက်၊ current နည်းနည်းပဲ၊ စားသုံးတဲ့ signal trans-

ဇယား(၅-၁) အသုံးများသော Coaxial အမျိုးအစားအချို့၏ Characteristics

Type	Characterist Impedance(ohm)	Outsize Diameter(mm)	Copper size of core (mm)	Attenuation (dB/100m)	Applications
RG-59/U	75	6.15	0.6	13dB @ 100MHz 19dB @ 200MHz 46dB @ 1000MHz	Analog TV, CCTV
RG-6/U	75	6.86	1.02	2.3dB @ 10MHz 6.6dB @ 100MHz 13.1dB @ 400MHz	Analog TV, CCTV, DTV,CATV, SATV,MATV
RG-11/U	75	10.29	1.63	1.2dB @ 10MHz 4.9dB @ 100MHz 10.5dB @ 400MHz	Analog TV, CCTV, DTV,CATV, SATV,MATV

CATV = Cable TeleVision , DTV = Digital TeleVision ,
SATV = Satellite TeleVision , MATV = Masta Antenna TeleVision .

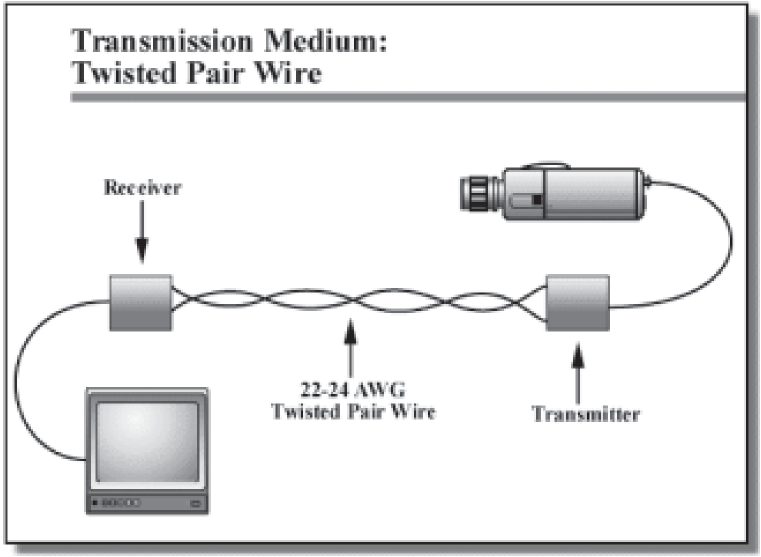
mission လိုက်စွမ်းမှာထည့်ပြီးမစဉ်းစားလဲရပါတယ်။ဒါပေမယ့် conductor ထဲစီးဆင်းနေတဲ့ a.c frequency (signal frequency)ဟာမြင့်လာတဲ့အခါအရေခွံလွှာအကျိုး(skin effect)ပေါ်လာတဲ့အတွက် conducting wre မှာ inductance(L) နှင့် capacitance(C) ဆိုင်ရာဂုဏ်သတ္တိအကျိုးတရားတွေပေါ်ပေါက်လာပါတယ်။ကြိမ်နှုန်းမြင့်အေစီ-စီးနေတဲ့လျှပ်ကူးဝါယာကြိုးဟာအဲဒီအချိန်မှာအေစီအပေါ်တားဆီးတဲ့ဟန့်တားမှု(impedance)(or)(Z)ရှိလာတဲ့အတွက်အချက်ပြယုတ်လျော့မှု(signal attenuation)ကိုဖြစ်စေပါတယ်။အဲဒီလို attenuation ဖြစ်တာကို line loss ဖြစ်တယ်လို့ခေါ်ပါတယ်။cable မှာဖြစ်လာတဲ့ဟန့်တားမှုကို characteristic impedance လို့ခေါ်ပါတယ်။cable ရဲ့ signal attenuation ဟာ transmission လုပ်မယ့် signal frequency တန်ဖိုးအနည်း/အများနှင့်အသုံးပြုမယ့် cable ရဲ့ core conductorအရွယ်အစားကြိုးရဲ့တည်ဆောက်ပုံဒီဇိုင်း. . . တို့ပေါ်မှာမူတည်ပါတယ်။ဒါကြောင့် baseband video signal transmission လုပ်တဲ့အခါ attenuation နည်းမှာဖြစ်ပြီး၊ CATVစနစ်သုံး RF modulated video signal transmission လုပ်တဲ့အခါ attenuation များမယ်ဆိုတာသတိပြုရပါမယ်။signal attenuationကိုdecible(db)ဖြင့်တိုင်းတာပါတယ်။ဇယား(၅-၁)မှာ coaxial cable အချို့အတွက် characteristics နဲ့ rating တွေကိုဖော်ပြထားပါတယ်။

coaxial cable တစ်ချောင်းရဲ့ core conductor အရွယ်အစားနှင့်တည်ဆောက်ပုံဒီဇိုင်းပေါ်မူတည်နေတဲ့ဟန့်တားမှု(impedance-Z)ကိုပုံ(၅-၃)မှာပေးထားတဲ့ပုံသေနည်းနဲ့ရှာလို့ရပါတယ်။စာဖတ်သူများဗဟုသုတရအောင်ထည့်ပေးလိုက်ပါတယ်။

CCTVစနစ်မှာ transmission လုပ်ဖို့ coaxial cable သုံးတဲ့အခါယေဘူယျမှတ်ထားသင့်တဲ့ ကြိုးပြေးနိုင်တဲ့အကွာအဝေးတွေကိုလည်းဒီနေရာမှာအလျဉ်းသင့်တုံးဖော်ပြပေးချင်ပါတယ်။စာဖတ်သူတို့အတွက်အသုံးဝင်မယ်လို့ထင်ပါတယ်။RG59 cable ကို 225 မီတာအောက်အထိပဲ၊အသုံးပြုပါ။ RG6 ကို 225 မီတာအထက် 545 အောက်အကြားပြေးဆွဲနိုင်ပါတယ်။RG6 ကို 225 မီတာအောက်ပြေးရင် RG59ထက်အရည်အသွေးမြင့်မားတဲ့ရုပ်ပုံတွေကိုပို့ဆောင်နိုင်ပါတယ်။RG11 ကတော့ 545 မီတာထက်ပိုပြေးနိုင်တာတွေ့ရပါတယ်။RG11 ဟာတခြားကြိုးတွေထက်စာရင်တော်တော်လေးတုတ်တဲ့အတွက် CATV စနစ်တွေ၊ကွန်ပျူတာ network တွေမှာ backbone cabling လုပ်နိုင်တယ်ဆိုတာတွေ့ရပါတယ်။

5.2.3: Twisted Pair Wires

■ **UTP , STP Wires and Their usages-** အခုပြောမယ့် transmission medium အမျိုးအစားဟာ ဝါယာကြိုး၂ချောင်းကိုအတူတကွပူးလိမ်ထားတဲ့ပုံစံမျိုးဖြစ်နေတာကြောင့်twisted pair wire ဆိုပြီးတိတိကျကျခေါ်ဆိုထားတာပါ။22(or)24 AWG (American Wire Gauge)အရွယ်ရှိတဲ့ဝါယာကိုအသုံးများပါတယ်။twisted pair wire အုပ်စု၂မျိုးရှိပါတယ်။Shielded Twisted Pair(STP)နဲ့Unshilded Twisted Pair(UTP)တို့ဖြစ်ပါတယ်။ STP ကြိုးမှာ shielded လုပ်ထားပြီး၊ UTP ကြိုးမှာ shielded လုပ်မထားပါဘူး။ဇယား(၅-၂)နဲ့ဇယား(၅-၃)



ပုံ(၅-၄) Twisted Pair Wire ဖြင့် video transmission ပြုလုပ်ပုံ

ဇယား(၅-၂) အသုံးများသော STP types

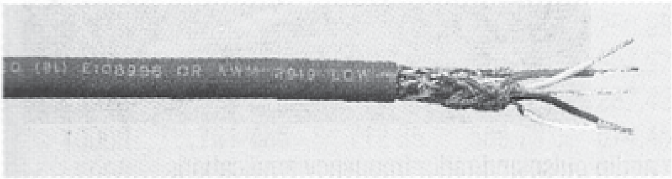
Type	Descriptions
Type1	Standard STP with two pairs - the common STP cable
Type2	Standard STP plus two pairs of voice wires
Type3	Standard STP with four pairs
Type6	Path cable - used for connecting hubs
Type8	Flat STP for under carpets
Type9	STP with 2 pair -Plenum grade

ဇယား(၅-၃) အသုံးများသော UTP types

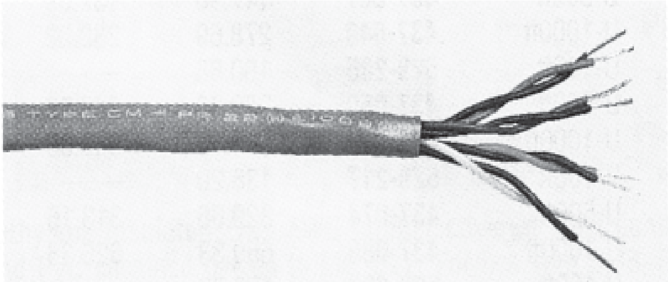
Type	Descriptions
CAT 1	Data speed up to 1Mbps{Standard phone line,Analog voice(POTS),Basic Rate Interface in ISDN , Doorbell wiring}
CAT 2	Data speed up to 4Mbps{Mainly used in IBM cabling system for Token Ring Network}
CAT 3	Data speed up to 16Mbps{Voice(analog most popular implementation),10Base-T Ethernet}
CAT 4	Data speed up to 20Mbps{Used in Mbps Token Ring,Otherwise not used much}
CAT 5/5e	Data speed up to 100Mbps{TPDDI , 155MbpsATM}
CAT 6	Data speed up to 250Mbps
CAT 6E	Data speed up to 500Mbps
CAT 7	Data speed up to 600Mbps , 1.2Ghz in Pairs with Semiconductor

POTS = Plain Old Telephone Service
ISDN = Integrated Service Digital Network

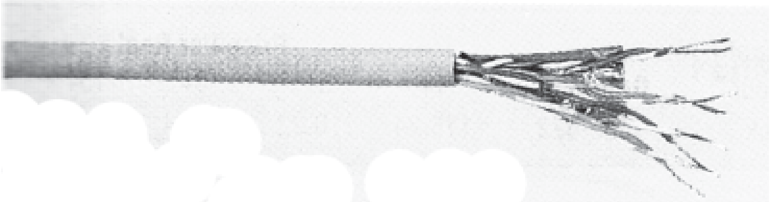
တို့မှာအသုံးများတဲ့ STP နဲ့ UTP wires အုပ်စုဝင်အမျိုးအစားများတို့ရဲ့ characteristics တွေကိုစုစည်းတင်ပြပေးထားပါတယ်။video transmission အတွက် twisted pair wire ကို camera တစ်လုံးနဲ့မော်နီတာ(သို့မဟုတ်)အခြားပစ္စည်းတစ်ခုခုဆက်သွယ်မှုပြုတဲ့နေရာမှာသာအခုပြောနေတဲ့ Shielded Twisted Pair(STP) wire မျိုးကိုအသုံးလေ့ရှိတာတွေ့ရပါတယ်။ဆိုလိုတာကတော့-twisted pair wire ကို point to point signal transmission လုပ်ဖို့အဓိကရည်ရွယ်အသုံးပြုတယ်လို့ဆိုချင်တာပါ။ Twisted pair wire တစ်ပေအသုံးပြုမှုကုန်ကျစရိတ်ဟာ coaxial cable ထက်နည်းပေမယ့်၊ပြေးထားတဲ့ဝါယာရဲ့အစွန်းနှစ်ဖက်မှာ signal conversion devices တွေဖြစ်တဲ့ transmitter နှင့် receiver လိုပစ္စည်းတွေထည့်သုံးရမယ့်ကုန်ကျစရိတ်အနည်းအကျဉ်းတော့ပိုသုံးရပါတယ်။twisted wire cable အသုံးပြုပြီး video signal transmission ကို 5,000 feets အထိပြေးနိုင်ပါတယ်။ဒီထက်ပိုပြီးဝေးဝေးပြေးချင်ရင်တော့ပေ



(က) Type1 STP wire (2 pair STP wire)



(ခ) CAT5 UTP wire (4 pair UTP wire)



(ဂ) CAT5 FTP wire (4 pair FTP wire)

ပုံ(၅-၅) Twisted Pair Wires အမျိုးမျိုး

ပေါင်း၄၅၀၀တိုင်းမှာ repeater တစ်လုံးအနည်းဆုံးထည့်သွင်းတိုးချဲ့ပြေးပေးနိုင်ပါတယ်။ twisted pair wire ဟာလည်းတခြား electrical transmission mediums တွေနည်းတူကြားဝင်နှောက်ယှက်မှုမျိုးစုံလက်ခံနိုင်တဲ့အပြင်အရေးကြီးတဲ့ video signal တွေကိုလုံခြုံရေးနဲ့မဆိုင်တဲ့ပြင်ပပုဂ္ဂိုလ်များမှကြားဖြတ်ခိုးယူနိုင်စွမ်းရှိတာကိုတော့သတိပြုရပါမယ်။တကယ်လို့ အဲဒီဝါယာအမျိုးအစားကို telephone switching station အတွင်းဝင်ပြီး routing လုပ်မယ်ဆိုရင်မူလတယ်လီဖုန်းစနစ်နဲ့ကျွန်တော်တို့ထည့်သွင်းလိုက်မယ့် video transmission စနစ် ၂မျိုးစလုံးနဲ့တပြိုင်နက်ကိုက်ညီမှုရှိတဲ့ performance မျိုးရအောင် compromised လုပ်ရမယ်ဆိုတာသတိပြုရပါမယ်။data တွေကိုတယ်လီဖုန်းလိုင်းနဲ့ transmission လုပ်တဲ့အခါ modem ကို interfacing device အဖြစ်သုံးရတာဒီရည်ရွယ်ချက်ကြောင့်ပါ။မဟုတ်ရင်တယ်လီဖုန်းလိုင်းပေါ် ကစကားပြောသံတွေနဲ့ရှုတ်ထွေးကုန်မှာပေါ့။ပုံ(၅-၅)မှာ twisted pair wire အမျိုးမျိုးကိုဖော်ပြထားပါတယ်။

twisted pair wires တွေဟာ data transmission လုပ်ငန်းအတွက်အရမ်းအဆင်ပြေတာတွေ့ရပါတယ်။စရိတ်လည်းကျဉ်းပါတယ်။လုပ်ရကိုင်ရတာလည်းလွယ်ကူသက်သာပါတယ်။ပေါ့ပေါ့ပါးပါးလည်းရှိပါတယ်။ဒါပေမယ့်သူ့ပေါ် မှာတင်လွှတ်ပို့ဆောင်မယ့် signal ကို differential signal format မျိုးဖြစ်အောင်အရင် convert လုပ်ပြီးလွှတ်ရမှာကြောင့်ကြိုးရဲ့အစပိုင်းနှင့်အဆုံးပိုင်းတွေမှာ transmitting နဲ့ receiving converter တွေထည့်ပေးထားရပါမယ်။တနည်းအားဖြင့်ပြောရရင်-ဝါယာကြိုးနှစ်ချောင်းစလုံးမှာဆန့်ကျင်ဖက် polarity signal တွေရှိနေပါတယ်။ဒါကို balance wire လို့လည်းခေါ်ကြပါတယ်။coaxial cable မှာတော့ဒီလိုမဟုတ်ပါဘူး။core conductor မှာပဲ signal ရှိပါတယ်။ shield ကို ground ချထားလို့ 0V potential သာရှိနေမှာပါ။ဒါကြောင့် coax cable ကို Unbalance wire လို့လည်းခေါ်ကြပါတယ်။twisted pair wire တွေမှာ signal ကို differential format နဲ့လွှတ်တဲ့အတွက်ချဲ့အားအလွန်ကောင်းတဲ့သဘာဝရှိတဲ့ differential amplifier တွေနဲ့ပူးတွဲလုပ်ဆောင်လို့ရလာပါတယ်။အဲဒီအတွက်အကျိုးကျေးဇူးတွေကတော့-အလွန့်အလွန်သေးငယ်လှတဲ့ signal များပင်ဖြစ်လင့်ကစားထိရောက်စွာချဲ့ပေးနိုင်တာကြောင့် coaxial cable ထက်ပိုပြီးဝေးဝေးရောက်အောင်(repeater မပါပဲ၊ ပေပေါင်း၅၀၀၀အထိ)ပို့ဆောင်နိုင်ပါတယ်။ဒါ့အပြင် common mode signal သဏ္ဌာန်ရှိတဲ့ RFI နှင့် EMI တို့လို noise signal တွေကိုလည်း differential amplifier မှထိရောက်စွာဟန့်တားနိုင်တာကြောင့် တကယ်ဆိုရင် shielded ကာဘာတောင်မလိုပါဘူး။UTP ကြိုးနဲ့တင်လုံလောက်ပါတယ်။ပိုက်ဆံတတ်နိုင်ရင်တော့ shielded ပါတဲ့ STP သုံးပေါ့။မလိုအပ်ပဲ၊ မသုံးဖို့ပြောတာပါ။

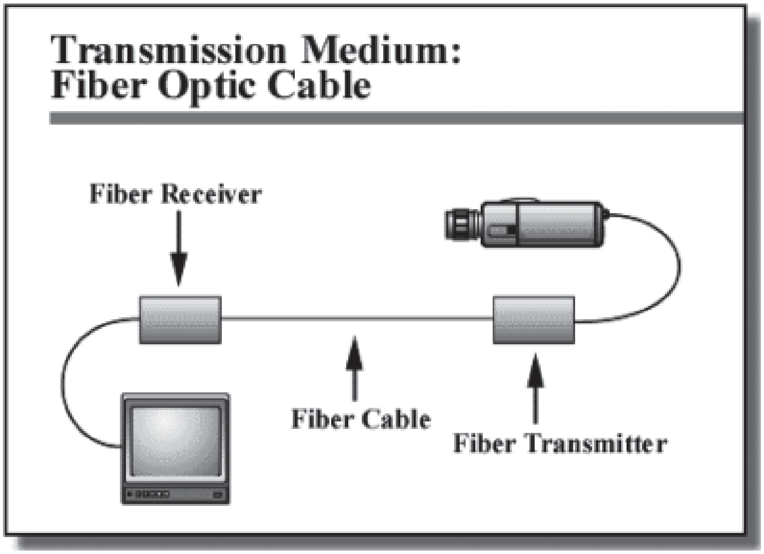
အနှစ်ချုပ်ပြောချင်တာကတော့-twisted pair wire ကိုပုံ(၅-၃)ကိုကြည့်ပြီး၊ကင်မရာတလုံးနဲ့မော်နီတာတလုံးပဲ၊ သုံးရမယ်လို့တရားသေမယူဆပါနှင့်၊ကျွန်တော့်စာထဲမှာpoint to point signal transmission သုံးနိုင်တယ်လို့ဆိုထားပါတယ်။အဲဒီဝါယာကြိုးကို backbone လိုသဘောထားပြီးကင်မရာတွေအများကြီးကို ID နံပါတ်တွေမတူအောင်ပေးပြီး network စနစ်လိုသုံးရင်အကျိုးကျေးဇူးအများကြီးရတာတွေ့ပါလိမ့်မယ်။လောလောဆယ်မှာတော့ PTZ control signal တွေကို Network စနစ်နဲ့ transmission လုပ်ဖို့ကျယ်ကျယ်ပြန့်ပြန့်သုံးနေကြပါတယ်။real motion ကို high resolution ဖြင့်ထုတ်လုပ်ပေးနိုင်တဲ့ H.264 compression သုံး IP camera တွေတွင်တွင်ကျယ်ကျယ်ဈေးပေါပေါနဲ့ရောက်လာရင်

video signal transmission ကို twisted pair wier နဲ့ တွင်တွင်ကျယ်ကျယ်သုံးမယ့် computer network တွေဆင်ခဲ့ကြသလိုဆင်ကြရတော့မယ့်အချိန်ဟာ လက်ကမ်းလောက်ပဲ၊လိုပါတော့တယ်။ ကဲ-ဒီလောက်ဆို twisted pair wire နဲ့ပတ်သက်ပြီးသိပ်ထွေထွေထူးထူးတော့မရှိတော့ပါဘူး။ဒါလောက်ဆို လုံလောက်ပါတယ်။လုပ်ငန်းခွင်ရောက်မှပဲ၊ ကျွမ်းကျင်အောင်ဆက်ပြီးလေ့လာကြတာပေါ့။

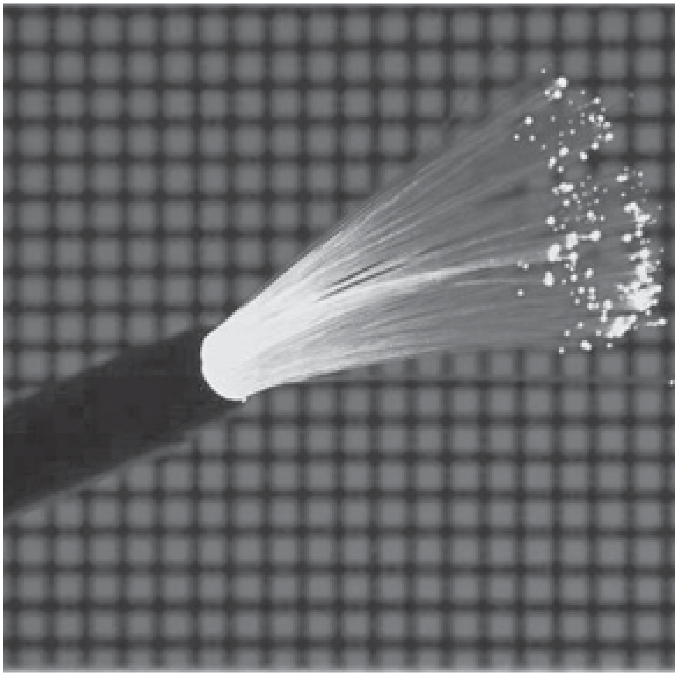
5.2.4: Fiber Optic Cable

■ **History of Fiber Optic Technology and Their Properities -** communication system တွေမှာ ကန့်သတ်ချက်တွေအများအပြားရှိတယ်။ အဲဒီအချက်တွေအနက် အဓိကအချက်တစ်ချက်ကတော့ သူတို့ရဲ့ information carrying စွမ်းရည်ကန့်သတ်ချက်ပါပဲ။စာဖတ်သူတို့ရှေ့ပိုင်းမှာတွေ့ခဲ့ကြမှာပါ။ information handling ability ဟာ communications channel ရဲ့(cable wire ကြိုးရဲ့) bandwidthပမာဏပေါ်မှာတိုက်ရိုက်မူတည်နေတယ်မဟုတ်လား။အားလုံးမြင်လွယ်အောင် တယ်လီဖုန်းဆက်သွယ်ရေးနဲ့ သာဓကပြပါ့မယ်။တယ်လီဖုန်းစနစ်တွေမှာ signal သယ်ဆောင်ဖို့အသုံးပြုတဲ့ဝါယာကြိုးရဲ့ characteristic ဟာ bandwidth ကန့်သတ်ထားတာတွေ့ရပါတယ်။သယ်ဆောင်လိုတဲ့ information (signal)ရဲ့ frequency မြင့်လာရင် attenuation ပိုများလာပြီး၊သယ်ဆောင်ပေးနိုင်မယ့်ခရီးအကွာအဝေးတိုသွားပါတယ်။တယ်လီဖုန်းဟာလူတို့အတွက်အခြေခံလိုအပ်ချက်ဖြစ်လာတာနဲ့အညီတနေ့တခြားတောင်းဆိုမှုမြင့်မားလာတာကြောင့်cable နှင့် wiring စနစ်များပိုမိုတိုးတက်ကောင်းမွန်လာအောင်developed လုပ်ခဲ့ကြရပါတယ်။ဒါ့အပြင်cable တစ်ချောင်းတည်းပေါ်မှာတယ်လီဖုန်းအလုံးရေအမြောက်အများတပြိုင်နက်ပို့လွှတ်နိုင်ဖို့ multiplexing techniquesကိုတီထွင်ကြံဆရင်း၊ဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်ခဲ့ရပါတယ်။communication channelနဲ့ cables တွေအများအပြားရှိသလို၊ communication techniques များလည်းအလားတူအများအပြားရှိလာခဲ့ရပါတယ်။

radio communication systems တွေမှာဆိုရင်၊ပေးပို့လိုတဲ့ information ကို frequency မြင့်တဲ့ carrier တစ်ခုနဲ့ modulated လုပ်ပြီးမှပို့လွှတ်တာပါ။ modulation လုပ်တဲ့အခါ sidebands တွေပေါ်ပေါက်လာတဲ့အတွက် RF spectrum မှာ ကျဉ်းမြောင်းတဲ့ကြိမ်နှုန်းတာခွင်ကျယ်(narrow bandwidth) တစိတ်တပိုင်းကိုအဲဒီ information(signal)က နေရာယူသိမ်းပိုက်(occupied လုပ်)ထားမှာဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီလိုသိမ်းပိုက်ထားတဲ့ဟာလေးကို channel လို့ကျွန်တော်တို့ခေါ်တာဖြစ်ပါတယ်။ဒါပေမယ့် RF spectrum ဆိုတာဟာ အကန့်အသတ်ရှိနေတဲ့အရာတစ်ခုဖြစ်တာကြောင့် radio signals တွေရဲ့အဲဒီ occupied bandwidth ဟာအလွန်ကျယ်ဝန်းတဲ့နေရာယူထားသလိုဖြစ်နေပါတယ်။channel တစ်ခုရဲ့ အချက်အလက်သယ်ဆောင်နိုင်မှုပမာဏ (information capacity) မြင့်မားဖို့ဆိုတဲ့ အချက်ဟာ အဲဒီ channel ရဲ့ bandwidth ဘယ်လောက်ကျယ်သလဲဆိုတဲ့အချက်ပေါ်မူတည်နေပြန်ပါတယ်။ ဒီအတွက်ကြောင့် bandwidth ကျယ်တဲ့ channel တွေဟာ အသုံးပြုနိုင်တဲ့ RF spectrum အကျယ်အဝန်းကိုလျော့နည်းစေပါတယ်။ကျွန်တော်ဆိုလိုချင်တာက information capacity ခပ်မြင့်မြင့်နဲ့ rf communica-

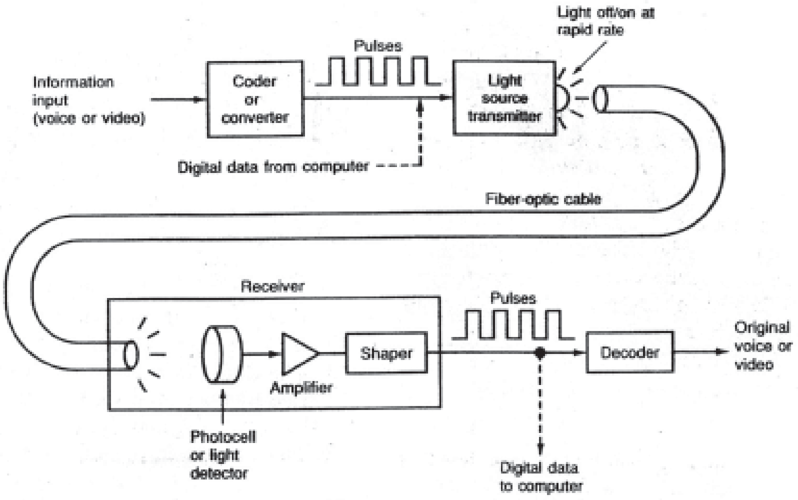


(က) Fiber optic cable ကို CCTV စနစ်တွင်အသုံးပြုထားပုံ



(ခ) Backbone fiber optic cable

(ဂ) Transmitter နှင့် Receiver များတပ်တင်ထားသော fiber optic cable တစ်ချောင်း



(ဃ) Fiber optic communications system ၏ အခြေခံအစိတ်အပိုင်းများ

(င) 1 channel digital video transmitter

ပုံ(၅-၆) Fiber optic system

tions လုပ်ရင် channel နည်းနည်းပဲ၊ရတော့မယ်ဆိုတဲ့သဘောပါ။voice information ရဲ့ bandwidth ဟာ 3kHz သာရှိပြီး၊ video signal information ဟာ 4MHz(4000kHz) ခန့်အထိရှိတာရှေ့ပိုင်းသင်ခန်းစာမှာကျွန်တော်ရှင်းပြခဲ့တာအားလုံးသိပြီးလောက်ပြီလို့ထင်ပါတယ်။ဒီတော့ RF communication လုပ်ဖို့ video signal တစ်လိုင်းလွှတ်ရင်တယ်လီဖုန်းလိုင်းပေါင်း 1333 လိုင်းခန့်ဆုံးရှုံးအနာခံရဖို့ရှိပါတယ်။ဒါကြောင့်ပေးထားတဲ့(ရနိုင်တဲ့)channel bandwidth အတွင်းမှာ signals များများထုတ်လွှတ်နိုင်ဖို့ multiplexing ဆိုတဲ့နည်းစနစ်ကိုတီထွင်အသုံးပြုခဲ့ရပါတယ်။bandwidth ကျဉ်းကျဉ်းလေးထဲမှာ information တွေအများကြီးပို့လွှတ်နိုင်တဲ့အခြားနည်းစနစ်များလည်းပေါ်ပေါက်ခဲ့ပြီးဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီနည်းစနစ်တွေကိုဂြိုလ်တုဆက်သွယ်ရေး (satellite communication)လုပ်ငန်းတွေမှာတွေ့ ရပါလိမ့်မယ်။ radio communication အသုံးချတစ်မျိုးဖြစ်တဲ့ mobile phone တွေမှာတွေ့ရတဲ့ CDMA (Code Division Multiplexing Access) နဲ့ TDMA (Time Division Multiplexing Access) တို့ဟာ multiplexing နည်းစနစ်နမူနာပုံစံတွေပါပဲ။

ပိုပြီးမြင့်တဲ့ carrier frequencies တွေကိုအသုံးပြုမယ်ဆိုရင်အဲဒီ radio signal ဟာ information carrying capacity (အချက်အလက်သယ်ဆောင်နိုင်မှုပမာဏ)ထိထိရောက်ရောက်မြင့်တက်လာတာတွေ့ရပါတယ်။တနေ့တခြား communications နယ်ပယ်အကျယ်အဝန်းကြီးထွားလာတာနဲ့အမျှ

တစထက်တစပိုပြီးမြင့်လာတဲ့ RFs သယ်ဆောင်လှိုင်းတိုးချဲ့သုံးစွဲလာကြရင်း၊ဒီဘက်ခေတ်မှာမိုက်ခရိုဝေ့(microwave)ရေဒီယိုလှိုင်းတွေကိုလူတို့ပိုပြီးနှစ်ချိုက်သုံးစွဲလာကြတဲ့အကြောင်းဟာဒီအကြောင်းတွေကြောင့်ဆိုရင်မမှားပါဘူး။မိုက်ခရိုဝေ့အကြောင်းကိုတော့သူ့ဆိုင်ရာခေါင်းစဉ်ရောက်မှပဲ ရေးသားပါ့မယ်။ အခုခေါင်းစဉ်မှာတော့ fiber optic ကိုပဲ၊ ဦးစားပေးဖော်ပြပါဦးမယ်။

ဆက်သွယ်ရေးစွမ်းရည်နောက်ထပ်ချဲ့ထွင်ဖို့ကြိုးပမ်းမှုတစ်ရပ်ကတော့- အလင်းကို transmission medium အဖြစ်အသုံးပြုဖို့ဆောင်ရွက်ခြင်းဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီနည်းဟာရပ်ဝေးပို့ဆောင်မယ့် information ကိုဟင်းလင်းပြင်အတွင်းသွားနိုင်တဲ့လျှပ်စစ်သံလိုက်လှိုင်းများ(electromagnetic waves) (သို့မဟုတ်)cable ကြိုးပေါ်သွားနိုင်တဲ့လျှပ်စစ်အချက်ပြ(electrical signal)တစ်မျိုးမျိုးပေါ်မှာတင်ပြီး သယ်ဆောင်စေတဲ့နည်းမျိုးမဟုတ်ပဲ၊အလင်းတန်းပေါ်မှာတင်ပြီးဟင်းလင်းပြင်အားဖြတ်သန်းစေ၍လည်းကောင်း၊အထူးတည်ဆောက်ထားတဲ့ကြိုး(special cable)ပေါ်မှလည်းကောင်း၊ပို့ဆောင်တဲ့နည်းဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီလိုအချက်အလက်တစ်ခုကိုအလင်းနဲ့ပို့ဆောင်နည်းဟာအခုမှစိတ်ကူးရခဲ့တဲ့နည်းမဟုတ်ပါဘူး။ ၁၉ရာစုကုန်ခါနီး၁၈၈၀ခုနှစ်လောက်မှာလူသားတို့အတွက်တယ်လီဖုန်းတီထွင်ပေးခဲ့တဲ့အလက်ဇန္ဒြားဂရေဟန်ဘဲ(လ်)(Alexander Graham Bell)ဟာoptical telephone system တစ်ခုတီထွင်ပြီးမူပိုင်ခွင့်တင်ကာသရုပ်ပြခဲ့ဖူးပါတယ်။သူဟာနေမှရရှိတဲ့အလင်းတန်းအကူအညီနဲ့ပေပေါင်းရာချီလှမ်းတဲ့အကွာအဝေး(မိုင်ချီလှမ်းတဲ့အကွာအဝေးမဟုတ်ပါ)တခုကိုလူ့စကားသံပို့ဆောင်ဖို့ပါးလွှာတဲ့မှန်ချပ်ပြားတချပ်နှင့်မိုက်ကရိုဖုန်းကပ်ထားတဲ့ special transmitter တစ်လုံးနဲ့အတူစမ်းပြခဲ့ခြင်းဖြစ်ပါတယ်။မှန်အသုံးပြုရတာကတော့နေမှရတဲ့အလင်းတန်းကိုလက်ခံတဲ့ဖက်(Receiving site)ဆီသို့အလင်းပြန်ထုတ်ပေးနိုင်စေဖို့(reflectလုပ်ဖို့)ရည်ရွယ်သုံးထားခြင်းဖြစ်ပါတယ်။မှန်နဲ့ mechanically attached လုပ်ထားတဲ့မိုက်ကရိုဖုန်းဟာသူ့ဆီကိုစကားပြောလိုက်တဲ့အခါမှန်ကိုတုန်ခါစေဖို့ထည့်ထားတာပါ။၎င်းနည်းအားဖြင့်အလင်းပြန်မှန်ဟာအသံကြိမ်နှုန်း(voice frequency)အတိုင်းတုန်ခါမှုကြောင့်မှန်ကိုရိုက်ပြန်ထွက်သွားမယ့် နေအလင်းတန်းတွေရဲ့လွှဲခွင်(amplitude)ဟာလည်းလဲအဲဒီကြိမ်နှုန်းအတိုင်းပြောင်းလဲနေပါတယ်။ဒီစမ်းသပ်စနစ်ရဲ့လက်ခံတဲ့ဖက်(receiving site)မှာအထူးတီထွင်ထားတဲ့အလင်းဆဲ(လ်)(special photocell)တမျိုးကိုတပ်ဆင်ထားပါတယ်။အဲဒီအလင်းလျှပ်စစ်ဆဲ(လ်)(special photocell)ဟာတဖက်မှန်မှပို့လွှတ်ပေးလိုက်တဲ့ reflected light rays တွေကိုကောက်ယူလက်ခံပြီးရရှိတဲ့အလင်းရဲ့ပမာဏနှင့်အချိုးကျတဲ့ဒီစီ output voltage ကိုထုတ်ပေးပါတယ်။ photocell ဆိုတာဟာအလင်းစွမ်းအင်မှလျှပ်စစ်စွမ်းအင်ပြောင်းပေးနိုင်တဲ့ဘက်ရီသေးလေးလို့မြင်နိုင်ပါတယ်။အခုကျွန်တော်ရှင်းပြခဲ့သလို reflected light ဟာပြောင်းလဲနေတဲ့အတိုင်း၊ photocell မှထုတ်လုပ်ပေးမယ့် output voltage ဟာလည်းပြောင်းလဲနေပါလိမ့်မယ်။ အဲဒီလိုပြောင်းလဲနေတဲ့ဗို့အားကို earphone သို့ထည့်ပေးလိုက်တဲ့အခါနားကျပ်ခွက်အတွင်းမှအမှေးပါးလေး(diaphragm)မှန်ပြားအတိုင်းပြန်လည်တုန်ခါမှုကြောင့်မူရင်းအသံအတိုင်းအတိအကျပြန်ထုတ်ပေးနိုင်တာဂရေဟန်ဘဲ(လ်)တွေ့ခဲ့ရပါတယ်။

ဟင်းလင်းပြင်အတွင်းအလင်းတန်းဖြင့်ဆက်သွယ်ခြင်းဟာအလွန်ဝေးကွာလှတဲ့အခါမှာလက်တွေ့ဖြစ်နိုင်စွမ်းမရှိတာလည်းတွေ့ရပါတယ်။အဓိကဆိုးကျိုးတရားကတော့လေထုရဲ့အကျိုးသက်ရောက်မှုကြောင့်အလင်းရဲ့ယုတ်လျော့မှုကိုဆိုးရွားစွာဖြစ်စေတတ်တာပါပဲ။ဟင်းလင်းပြင်ထဲမှာ-မြူများဆိုင်းနေခြင်း၊နှင်းများ

ကျနေခြင်း၊မီးခိုးများအုံ့မှိုင်းနေခြင်း၊မိုးများရွာနေခြင်းနှင့်အခြားအခြားသောအခြေအနေအကြောင်းကြောင်းတွေဟာအလင်းတန်းကိုစုပ်ယူခြင်း၊အလင်းပြန်စေခြင်း၊အလင်းယိုင်စေခြင်းတို့နှင့်အတူပြင်းထန်တဲ့ယုတ်လျော့မှုကိုဖြစ်စေတာကြောင့်ပို့လွှတ်နိုင်တဲ့အကွာအဝေး(transmitting distance)ကိုကန့်သတ်သကဲ့သို့ဖြစ်စေပါတယ်။ information သယ်ဆောင်ဖို့အသုံးပြုတဲ့အလင်းတန်းတုများဟာလည်းနေ့လည်ပိုင်းအချိန်တွေမှာဆိုရင်၊နေရဲ့နှောက်ယှက်ဖျက်ဆီးမှုကိုမလွဲမသွေခံကြရမှာသေချာပါတယ်။

နောက်ပိုင်းမှာလေဆာရောင်ခြည်တီထွင်နိုင်ခဲ့မှုကြောင့်အလင်းတန်းဖြင့်ဆက်သွယ်ရေးဟာလက်တွေ့ကျတဲ့အခန်းကဏ္ဍဆီသို့ရောက်ရှိလာခဲ့ပါတယ်။လေဆာဟာ အလင်းပြင်းအားအလွန့်အလွန်မြင့်မားပြီး၊ frequency တန်ဖိုးတမျိုးတည်းသာရှိတဲ့အလင်းပင်ရင်းတစ်မျိုးဖြစ်ပါတယ်။၎င်းဟာသတ်မှတ်ထားတဲ့လှိုင်းအလျား(အရောင်)တစ်ခုတည်းရှိသော၊တောက်ပပြီးအလွန်ကျဉ်းမြောင်းတဲ့အလင်းတန်းအရွယ်အစားမျိုးဖြင့်အလင်းထုတ်လုပ်ပေးနိုင်ပါတယ်။အခြားအလင်းတန်းတွေလို့ပြန့်ကားပြီးမသွားပါဘူး။လေဆာရောင်ခြည်ရဲ့ထူးကဲတဲ့အလင်းပြင်းအားကြောင့်လေထုရဲ့တားဆီးပိတ်ပင်မှုကိုအခြားသောအလင်းအမျိုးအစားတို့ထက်ပိုပြီးထိရောက်ထက်မြက်စွာထိုးဖောက်နိုင်စွမ်းရှိပါတယ်။ဒါကြောင့်လေဆာနဲ့အလွန်ဝေးကွာတဲ့အရပ်ဒေသများဆီဆက်သွယ်ရေးပြုလုပ်တဲ့အခါပိုမိုအဆင်ပြေတာတွေ့ရပါတယ်။ဟင်းလင်းပြင်အတွင်းအလင်းတန်းဖြင့်ဆက်သွယ်ရေးလုပ်တဲ့အခါအဓိကအကြီးမားဆုံးအခက်အခဲကတော့- transmitter နှင့် receiver ကိုချွင်းချက်မရှိ aligned လုပ်ထားရတဲ့အချက်ပဲဖြစ်ပါတယ်။

အလင်းတန်းဖြင့်ဆက်သွယ်ရေးကိုဟင်းလင်းပြင်အတွင်းအသုံးပြုမည့်အစား light carrying cable တမျိုးဖြင့်လည်းအသုံးပြုလုပ်ဆောင်နိုင်ပါတယ်။အလင်းဟာဖန်နှင့်ရေတို့ကဲ့သို့သောအလင်းပေါက်ကြားခံနယ်ပစ္စည်း(transparent media)တမျိုးမျိုးအတွင်းထွင်းဖောက်ဖြတ်သန်းနိုင်တယ်ဆိုတာ ရာစုနှစ်ပေါင်းများစွာကြာကထဲကလူတွေသိထားခဲ့ကြတာပါ။ဒါပေမယ့် အလင်းသယ်ဆောင်နိုင်တဲ့ကြားခံပစ္စည်း(media)ကိုပညာရှင်များလက်တွေ့ကျကျ developed လုပ်နိုင်ခဲ့တဲ့၁၉၀၀ခုနှစ်စောစောပိုင်းကာလများအထိတော့၊သူတို့ရဲ့အသိကိုအသုံးမချနိုင်ခဲ့ကြပါဘူး။၁၉၅၀ခုနှစ်လယ်လောက်မှာ fiber glass ဖြင့်ပြုလုပ်ထားပြီးရှည်လျားတဲ့အလင်းသယ်ဆောင် media ကိုထုတ်လုပ်ဖို့ခွင့်ပြုမိန့်ရခဲ့ပါတယ်။နှစ်ပေါင်းများစွာကြာတဲ့တိုင်အောင်အဲဒီ fiber glass ဟာအလင်းဆက်သွယ်ရေးမှာပြည့်စုံဖူလုံမှုကိုအောင်မြင်စွာပေးစွမ်းနိုင်ခဲ့ပါတယ်။အဲဒီနောက်ပိုင်း-ဖိုင်ဘာထုတ်လုပ်မှုနည်းပညာဖွံ့ဖြိုးလာမှုနှင့်အညီ ယခင်ထက်အလျားပိုရှည်ပြီး၊အလင်းဆုံးရှုံးမှုအလွန်နည်းတဲ့ဖိုင်ဘာကေဘယ်တွေကို single spun glass လို့ခေါ်တဲ့ ပလပ်စတစ်တမျိုးဖြင့်ထုတ်လုပ်လာနိုင်ခဲ့တဲ့အတွက်ဈေးနှုန်းအလွန်ချိုသာခဲ့ရပါတယ်။

ဒီနေ့ခေတ်မှာ အလွန့်အလွန်သေးသွယ်နူးညံ့တဲ့ fiber-optic နန်းမျှင်များအထိထုတ်လုပ်လာနိုင်ခဲ့ပြီဖြစ်ပါတယ်။မိုင်ပေါင်းများစွာရှည်လျားတဲ့ cables တွေကိုလည်းတည်ဆောက်ထုတ်လုပ်လာနိုင်ခဲ့တဲ့အပြင် အလွန်ကွာဝေးလှတဲ့အရပ်ဒေသများဆီသို့ information တွေကိုအလင်းတန်းပေါ်မှာ transmitting လုပ်နိုင်ဖို့ရည်ရွယ်ပြီး၊ဖိုင်ဘာတစ်ချောင်းနှင့်တစ်ချောင်းကိုလည်းအချင်းအချင်းဆက်ပြီး၊သွယ်တန်းနိုင်ခဲ့ပြီဖြစ်ပါတယ်။ဒီနေ့ဆိုရင်ကျွန်တော်တို့မှာ transmission medium အသစ်တစ်ခုရရှိနေပါပြီ။အခြား physical medium တွေထက်စာရင်အလေးချိန်အလွန်ပေါ့ပါးပြီး၊အရွယ်အစားအရ အလွန်သေးသွယ်နူးညံ့လှတဲ့ fiber-optic cables တွေကိုကျွန်တော်တို့ကျေးဇူးတင်ရမှာပါ။သူ့ရဲ့အထူးခြားဆုံးလို့ဆိုနိုင်တဲ့အကျိုး

တရားတစ်ခုကတော့အချက်အလက်သယ်ဆောင်နိုင်မှုပမာဏ(information-carrying capacity)မယုံကြည်နိုင်လောက်အောင်မြင့်မားတဲ့အချက်ပါပဲ။microwave frequencies အသုံးပြုရင်၊တပြိုင်နက်တယ်လီဖုန်းပြောဆိုမှုအရေအတွက်ပေါင်းရာဂဏန်းအထိသာခွင့်ပြုနိုင်ပါတယ်။fiber-optic cable နဲ့ဆိုရင်ထောင်ပေါင်းများစွာထိအောင်များပြားလှတဲ့ signals တွေကိုသယ်ဆောင်ပေးနိုင်ပါတယ်။သူ့မှာလည်းတယ်လီဖုန်းနှင့်ရေဒီယိုစနစ်တွေမှာအသုံးပြုတဲ့ multiplexing နည်းပညာကိုအသုံးပြုနိုင်ပြီး၊ အဲဒီလိုသုံးမယ်ဆိုရင် information transfer လုပ်တဲ့နေရာမှာကန့်သတ်မှုမဲ့ capacity မျိုး fiber-optic communications မှာရရှိလာမှာဖြစ်ပါတယ်။

■ **Fiber optic communications system-** စံပြုထားတဲ့ fiber-optical communications system တစ်ခုမှာပါဝင်လေ့ရှိတဲ့ components တွေကိုပုံ(၅-၆)မှာပြထားပါတယ်။Transmited လုပ်မယ့် information signal ဟာ voice, video, computer data တွေဖြစ်နိုင်ပါတယ်။ပထမဆုံးနေနဲ့အဲဒီ information ကို communications medium နဲ့လိုက်လျောညီထွေဖြစ်မယ့်ပုံသဏ္ဍာန်မျိုးရောက်အောင်ပြောင်းပေးရပါတယ်။ဆိုလိုချင်တာကတော့-fiber optic cableပေါ်တင်ပို့မှာဖြစ်တဲ့အတွက်လျှပ်စစ် signal ကိုအလင်း signal ဖြစ်အောင်ပြောင်းရမယ်လို့ပြောတာပါ။အဲဒီလိုပြုလုပ်လိုက်တဲ့အခါ fiber cable ပေါ်မတင်မီ၊တဆက်တည်းသဏ္ဍာန်ဖြစ်နေတဲ့ analog signals တွေဖြစ်ကြတဲ့ voiceနှင့် video (TV) signals လေးတွေကိုပြတ်တောင်းသဏ္ဍာန်ဒီဂျစ်တယ်လှိုင်းပြတ်တွဲလေးများ(series of digital pulses)အဖြစ်သို့ပြောင်းလဲသွားအောင်အရင်ဆုံးပြုလုပ်ပေးရပါတယ်။အဲဒီတာဝန်ကို Analog to Digital converter(A/D converter)ကိုဆောင်ရွက်ခိုင်းနိုင်ပါတယ်။ computer data ကတော့ Digital ပုံစံဖြစ်ပြီးသားဆိုတော့သူ့ကိုပြောင်းပေးဖို့မလိုပါဘူး။ပုံ(၅-၆)မှာကြည့်ပါ။

အဲဒီလှိုင်းပြတ်လေးတွေကို စွမ်းအားမြင့်အလင်းပင်းရင်းအား အလွန်လျှင်မြန်တဲ့နှုန်းဖြင့်ပိတ်/ဖွင့်(သို့)လင်း/မှိတ်ပြုလုပ်စေဖို့အသုံးပြုပါတယ်။ခရီးတိုပို့ဆောင်တဲ့ စရိတ်ကျဉ်းရိုးရိုးစနစ်တွေမှာတော့အလင်းပင်ရင်းအဖြစ် light-emitting-diode(LED)တစ်လုံးကိုအသုံးပြုလေ့ရှိပါတယ်။LED ဟာအလင်းပြင်းအားနိမ့်အနီရောင်အလင်းတန်းပေးတဲ့တပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်း(semiconductor device)တစ်မျိုးဖြစ်ပါတယ်။အနီအပြင်အခြားအရောင်များလည်းသုံးနိုင်ပါတယ်။TV remote control မှာ transmissionလုပ်ဖို့သုံးတဲ့ LED အမျိုးအစားကတော့အနီအောက်ရောင်ခြည်အလင်းတန်း(infra-red beams)ထုတ်ပင်ရင်းမျိုးဖြစ်ပါတယ်။အနီအောက်ရောင်ခြည်ကိုလူ့မျက်လုံးနဲ့မမြင်နိုင်ဘူးဆိုတာရှေ့မှာကျွန်တော်ရှင်းပြခဲ့ပြီးပါပြီနော်။ fiber optic communications မှာအသုံးပြုလေ့ရှိတဲ့နောက်ထပ်အလင်းပင်ရင်းတမျိုးကတော့အခဲအခြေနည်းပညာနဲ့ပြုလုပ်ထားတဲ့လေဆာ(solid-state laser)ဖြစ်ပါတယ်။အဲဒီပစ္စည်းဟာအလင်းပြင်းအားအလွန်ပြင်းထန်ပြီး၊ frequency တစ်မျိုးတည်းသာရှိအလင်းတန်းမျိုးကိုထုတ်လုပ်ပေးနိုင်တဲ့ဂုဏ်သတ္တိထူး ပိုင်ဆိုင်တဲ့တပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်း(semiconductor device)တမျိုးဖြစ်ပါတယ်။

အဲဒီအလင်းပင်ရင်းကထုတ်ပေးလိုက်တဲ့အလင်းလှိုင်းပြတ်တွေကို fiber optic cable အတွင်းထည့်သွင်းပြီးနောက်ဝေးလံလှတဲ့အရပ်တွေဆီပို့လွှတ်ပါတယ်။အဲဒီအလင်းလှိုင်းပြတ်တွေဟာလက်ခံအစွန်

(receiving end)သို့ရောက်ရှိလာတဲ့အခါ photo cell(သို့မဟုတ်)အလင်းထောက်လှမ်းပစ္စည်း(light detector)လို့ခေါ်တဲ့အလင်းအာရုံခံပစ္စည်း(light-sensitive device)ဖြင့် detected လုပ်ရှာဖွေပါတယ်။ phtoocell (သို့) photodetector ဟာရရှိလာတဲ့ အလင်းလှိုင်းပြတ်တွေကိုလျှပ်စစ်အချက်ပြ (electrical signal)အဖြစ်ပြန်ပြောင်းပေးပါတယ်။အဲဒီနောက် electrical pulses တွေကို ချဲ့စက်အတွင်းချဲ့စေပြီး၊နောက်ဖက်ရှိ shaper section အတွင်းဖြတ်သန်းဝင်ရောက်စေကာ digital လှိုင်းပုံစံသို့ပြန်ပြောင်းပေးပါတယ်။နောက်ဆုံးမှာတော့ Digital to Analog (D/A) converter လို့ခေါ်တဲ့ decoder အတွင်းထည့်သွင်းပေးလိုက်တဲ့အခါမူရင်း voice (သို့) video ကိုပြန်လည်ရရှိစေပါတော့တယ်။

fiber optic cable ဟာသူ့ချည်းပဲ၊ခရီးအကွာအဝေး ၆မိုင်လောက်ထိ signal ကောင်းကောင်းပို့ဆောင်နိုင်ပါတယ်။ဒါဟာ metallic cable တွေဘယ်လိုမှယှဉ်လို့မရတဲ့အချက်ပါ။ဆင့်ကမ်းယူနစ်များ (repeater units)ကို fiber optic cable ချထားတဲ့လမ်းခရီးတလျှောက်ထည့်သွင်းအသုံးပြုထားရင် အလွန်ဝေးလံလှတဲ့အရပ်ဒေသများသို့တိုင်အောင် transmited လုပ်နိုင်မှာဖြစ်ပါတယ်။ခရီးရှည်တခုကိုဖြတ်သန်းလာခဲ့ရတဲ့အလင်းဟာကြီးမားတဲ့ဆုံးရှုံးမှုကိုဖြစ်စေတတ်တဲ့သဘောရှိပါတယ်။အဲဒီလိုဆုံးရှုံးမှုရှိနေတဲ့အလင်းဟာအချို့နေရာများမှာစိတ်ချယုံကြည်စွာလက်ခံဖမ်းယူနိုင်ဖို့အားနည်းလွန်းနေတတ်ပါတယ်။ အဲဒီပြဿနာကိုပြေလည်သွားစေဖို့ special repeater stations တွေနဲ့ဖြေရှင်းပါတယ်။ Repeater station ဟာအားနည်းနေတဲ့အလင်းတန်းတွေကိုဖမ်းယူပြီး၊ electric signal သို့ပြန်ပြောင်းပြီး၊ amplifier ဖြင့်ချဲ့ပေးပါတယ်။ပြီးတဲ့အခါ-နောက်ထပ်အလင်းတန်းပေါ်မှာအဲဒီချဲ့ထားတဲ့လှိုင်းပြတ်တွေကို retransmit လုပ်ပါတယ်။အလွန်ကွာဝေးလွန်းလှတဲ့ခရီးသို့ရောက်အောင်အဲဒီ relay station မျိုးတွေအများကြီးသုံးဖို့လိုအပ်နိုင်ပါတယ်။ fiber optic cable မှာအလင်းဆုံးရှုံးမှုပြဿနာရှိနေလင့်ကစား-လျှပ်စစ် cable တွေမှာဆုံးရှုံးတာထက်တော့အများကြီးသာတယ်လို့ဆိုနိုင်ပါတယ်။

fiber optic cable အသုံးပြုရင် fiber transmitter နဲ့ fiber receiver လိုပစ္စည်းနှစ်မျိုးအပိုထည့်သုံးဖို့လိုပါတယ်။fiber optical cable ဟာRFI နဲ့ EMI တို့သာမကအခြားဘယ်လျှပ်စစ်ဆိုင်ရာ(electrical)ကြားဝင်နှောက်ယှက်မှုမျိုးကိုမျှလက်ခံနိုင်ခြင်းမရှိပါဘူး။အဲဒီအချက်ကြောင့် fiber optic ကေဘယ်စနစ်နဲ့ video signal transmission လုပ်မယ်ဆိုရင် grounding လိုကိစ္စမျိုးဆောင်ရွက်ဖို့မလိုဘူးဆိုတာသတိပြုရမှာပါ။RFI နှင့်EMI noise ကိုဘယ်လိုမှရှင်းလို့မရတဲ့ဒုက္ခမျိုးကြုံနေတဲ့အခါ၊လုပ်ငန်းအတွက်လည်းမဖြစ်မနေလိုအပ်ချက်ဖြစ်နေတယ်၊သင့်တင့်တဲ့ကုန်ကျစရိတ်လည်းသုံးစွဲနိုင်တယ်ဆိုရင်၊ optical transmission ဖြစ်တဲ့ fiber cable ကိုမမေ့ပါနှင့်လို့သတိပေးပါရစေ။ကိုင်း-fiber အကြောင်းပြောရတာတော်တော်လေးများသွားပြီမို့နားကြဦးစို့။

5.2.5: Microwave

■ **Perspective of The Microwaves-** လျှပ်စစ်သံလိုက်လှိုင်းကြိမ်နှုန်းရောင်စဉ်(electromagnetic frequency spectrum)ဟာအကန့်အသတ်ရှိတဲ့သဘာဝအရင်းအမြစ်တစ်ခုပါ။အီလက်ထရွန်းနစ်ဆက်သွယ်ရေးပညာအသုံးချမှုဟာတနှစ်ထက်တနှစ်တိုးပွားလာတာနဲ့အမျှ radio signals များအတွက်ပုံမှန်အသုံးပြုတဲ့ frequency spectrum ဟာအလွန့်အလွန်ပြည့်ကျပ်လာပါတယ်။communications services တွေလည်းတနေ့တခြားတိုးပွားလာသလို၊အသုံးပြုသူအရေအတွက်ကလည်းနေ့စဉ်တိုးပွားနေတာကြောင့်လေလှိုင်းတွေလည်းဟင်းလင်းပြင်ထဲမှာပြည့်ကျပ်လာပါတယ်။ဒီပြဿနာကိုဖြေရှင်းဖို့radio communicationsကိုspectrumရဲ့ပိုမြင့်တဲ့ frequencies များဆီသို့ extend လုပ်ပြီးအဓိကဖြေရှင်းခဲ့ပါတယ်။စတင်တိုးချဲ့စဉ်ကတော့VHF(30MHz -300MHz) နှင့် UHF (300MHz-3000Mz)အထိသာဖြစ်ခဲ့ပေမယ့်၊အဲဒီမှာလည်းပြည့်ကျပ်လာပြန်တဲ့အတွက်1GHz လွန်လှိုင်းများအထိထပ်မံတိုးချဲ့ခဲ့ရပြန်ပါတယ်။အဲဒီလှိုင်းတွေ(1GHzအထက်လှိုင်းတွေ)ကိုမိုက်ခရိုလှိုင်း (micro-waves) လို့ခေါ်ပါတယ်။

Microwaves လှိုင်းတွေကို အချို့စာအုပ်တွေမှာ 300MHz နှင့် 600MHz အထိလို့သတ်မှတ်သုံးနှုန်းရေးသားကြပေမယ့်၊ FCC ရဲ့ ပုံမှန် rule အတိုင်းဆိုရင်- 30GHz အထိ၊ ရှိတာတွေ့ရပါတယ်။ 1GHz မှ 30GHz range အတွင်းရှိတဲ့အဲဒီ signalsတွေရဲ့လှိုင်းအလျားဟာ ၃၀စင်တီမီတာ(တစ်ပေနီးပါး) မှ ၁စင်တီမီတာ(၀. ၄ လက်မနီးပါး)လောက်သာရှိတာမို့ယခင်အသုံးပြုခဲ့တဲ့ spectrum ထဲမှအခြားရေဒီယိုလှိုင်းတွေအားလုံးနဲ့ယှဉ်ရင်အလွန်သေးလွန်းနေတာမို့အနုစိတ်လှိုင်း(microwave)လို့တင်စားခေါ်ဝေါ်ကြတာဖြစ်မှာပါ။

ရေဒီယိုဆက်သွယ်ရေးကို အခုလိုမိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)တာခွင်အတွင်းလုပ်ဆောင်လာမှုကြောင့်ရေဒီယို spectrum အတွင်းကျပ်သိပ်လာနေတဲ့ပြဿနာပေါင်းမြောက်များစွာဟာပြေလည်လာခဲ့ရသလိုတချိန်တည်းမှာပဲ၊နောက်ထပ်ကောင်းကျိုးတရားတွေနဲ့အတူအခြားရေဒီယိုလှိုင်းတွေမှာမတွေ့ကြုံခဲ့ရဘူးတဲ့ပြဿနာတွေလည်းတွေ့လာရပါတယ်။မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)စက်ပစ္စည်းတွေနဲ့အလုပ်လုပ်တော့မယ်ဆိုရင်အခြားမြင်ဖူး၊သုံးဖူး-နေကျအီလက်ထရွန်းနစ်စက်ပစ္စည်းတွေမှာတွေ့ကြုံခဲ့ရတဲ့လုပ်ဆောင်ပုံများနဲ့နှိုင်းယှဉ်ရင်သိသိသာသာခြားနားတဲ့ကျွမ်းကျင်မှုပိုင်းဆိုင်ရာကန့်သတ်ချက်တွေနဲ့ special knowledge တို့လိုအပ်ပါတယ်။

မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)ရေဒီယိုလှိုင်းပို့ဆောင်ရေးရဲ့အဓိကအကျိုးတရားကတော့-တိုးတက်များပြားလာတဲ့ရေဒီယိုဆက်သွယ်ရေးဝန်ဆောင်မှုလုပ်ငန်းသစ်များအတွက်အလွန်ကြီးမားတဲ့ပမာဏရှိ spectrum space ကိုပေးနိုင်ခြင်းပဲဖြစ်ပါတယ်။ယခုအခါတွင်မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)နယ်ပယ်သုံးဆက်သွယ်ရေးစက်ပစ္စည်းသစ်အများအပြားကို developed လုပ်ထားပြီးဖြစ်ပါတယ်။၎င်းတို့ဟာ spectrum space ကျယ်ပြန့်လာမှုအတွက်လိုအပ်တဲ့ဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်လာမှုတွေကိုဖြေရှင်းဖို့ဖြစ်ပါတယ်။

မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)အသုံးပြုမှုကြောင့်အကျိုးကျေးဇူးအချို့ရှိသကဲ့သို့ပြဿနာများလည်းရှိပါတယ်။ ပုံစံအားဖြင့်ဖော်ပြရရင်- frequency ပိုပြီးမြင့်မားလာတာကြောင့် electronic circuits များကို analize လုပ်ဖို့ပိုပြီးခက်ခဲလာပါတယ်။ low frequencies သုံး electronic circuits များ(30MHz အောက်

circuitsများကိုဆိုလိုတာနော်)ကို analysis လုပ်တဲ့အခါဗို့အား(V)-လျှပ်စီး(I)ဆက်စပ်မှုများအပေါ် အခြေပြုလုပ်ဆောင်နိုင်သော်လည်း၊မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)ကြိမ်နှုန်းမှာတော့အဲဒီလိုရိုးရိုးရှင်းရှင်းစဉ်းစားလို့မရတော့ပါဘူး။အဲဒီအစား-ပစ္စည်းအစိတ်အပိုင်းအမျိုးစုနှင့်လျှပ်စီးပတ်လမ်းအမျိုးစုကိုလျှပ်စစ်နှင့်သံလိုက်စက်ကွင်းတို့ရဲ့ပုံသဏ္ဌာန်အသွင်ဖြင့်analyze လုပ်ရပါလိမ့်မယ်။ antennas နဲ့ transmission linesများ analyzing လုပ်တဲ့အခါသုံးလေ့ရှိတဲ့ techniques တွေဟာ မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)အီလက်ထရွန်းနစ်ပတ်လမ်းများလေ့လာတဲ့အခါ ပိုပြီးသဘောပေါက်စေဖို့ထိရောက်တဲ့လက်နက်တွေဖြစ်လာပါတယ်။

တိုင်းတာမှုနည်းစနစ်တွေလည်းခြားနားပါတယ်။ low frequency electronic circuits တွေမှာ လျှပ်စီးနှင့်ဗို့အားများကိုသာပုံမှန်တိုင်းတာပါတယ်။မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)လျှပ်စီးပတ်လမ်းတွေမှာတော့-လျှပ်စစ်နှင့်သံလိုက်စက်ကွင်းများဆိုင်ရာနည်းပညာများဖြင့်တိုင်းတာလုပ်ဆောင်ရပါတယ်။အထူးသဖြင့်ဆိုရရင်-ဗို့အားနှင့်လျှပ်စီးတိုင်းတာမှုများထက် power တိုင်းတာမှုကို ပိုပြီးအလေးပေးလုပ်ဆောင်ပါတယ်။

ကျွန်တော်တို့ပုံမှန်သုံးနေကျ components တွေဟာလည်း microwave frequencies မှာ implement လုပ်ဖို့မဖြစ်နိုင်တာဟာလည်းနောက်ထပ်အခက်အခဲတရပ်လို့ဆိုရမှာပါ။သာဓကအားဖြင့်-ကျွန်တော်တို့သုံးနေကျ resistor တစ်လုံးဟာ lower frequencies ပတ်လမ်းမှာခုခံမှုစစ်စစ် (pure resistance)လိုတာဝန်ထမ်းဆောင်မှာဖြစ်ပေမယ့်၊ microwave frequency သုံး circuit တွေမှာတော့ အခြားသဘာဝ(characteristics)တွေပြတော့မှာဖြစ်ပါတယ်။တစ်လက်မထက်တိုတဲ့အလျားရှိတဲ့ reisstor တစ်လုံးရဲ့ခြေထောက်လေးတောင်အလွန်မြင့်တဲ့ frequency မှာလစ်လျူရှုထားလို့မရနိုင်တော့တဲ့ inductive reactance (X_L)ပမာဏအထိရှိနေတတ်ပါတယ်။ပစ္စည်းတွေရဲ့ခြေထောက်ငုတ်တစ်ခုနှင့်တစ်ခုကြားမှာလည်းသေးငယ်တဲ့ capacitance တန်ဖိုးလေးလည်းရှိနေတတ်ပြန်ပါတယ်။အနှစ်ချုပ်ပြောရရင်- microwave frequencies မှာရိုးရိုး resistor လေးတစ်လုံးဟာရှုတ်ထွေးတဲ့ LCR ပတ်လမ်းတစ်ခုနဲ့ဆင်တူနေပါလိမ့်မယ်။အခြားပစ္စည်းတွေဖြစ်ကြတဲ့ capacitors တွေ၊ inductors တွေလည်းဒီသဘောအတိုင်းပဲ၊ ပြုမူကြလိမ့်မယ်ဆိုတာသတိပြုဖို့လိုပါတယ်။

microwave frequenciesတွေမှာဆောင်ရွက်မယ့် resonant circuits တွေကိုဖန်တီးတဲ့အခါ အသုံးပြုမယ့် inductance နှင့် capacitanceတန်ဖိုးများဟာသေးသည်ထက်သေးတဲ့တန်ဖိုးများဖြစ်ရပါမယ်။ဒါပေမယ့်အဲဒီပစ္စည်းတို့ရဲ့ရုပ်ပိုင်းဆိုင်ရာကန့်သတ်ချက်များ(physical limits)ဟာပြဿနာတရပ်ဖြစ်နေပါတယ်။လက်မဝက်လောက်သာရှိတဲ့ဝါယာပိုင်းငယ်လေးမျှပင် microwave frequencies ဖြတ်သန်းတဲ့အခါ၊အရေးပါတဲ့ inductance တန်ဖိုးတရပ်ဖြစ်နေတတ်ပါတယ်။

အဲဒီလိုပြဿနာတွေကင်းဝေးစေဖို့ microwave fraquencies သုံးလျှပ်စီးပတ်လမ်းတွေတည်ဆောက်တဲ့အခါအတုံးအခဲသဏ္ဌာန်ပစ္စည်းအစိတ်အပိုင်းများ(lumped components)အသုံးပြုမယ့်အစား၊ ဖြန့်ဝေပတ်လမ်းသုံးအစိတ်အပိုင်းများ(distributed circuit elements)ဖြင့်သာအသုံးပြုတည်ဆောက်မှအဆင်ပြေတာတွေ့ရပါတယ်။ပုံစံအားဖြင့်ပြရရင် transmission lines ကိုရိုးရိုးဝါယာကြိုးလို့သာမန်အားဖြင့်မြင်ရပေမယ့်၊တကယ်တော့အဲဒီကြိုးဟာ inductance နှင့် capacitance သဏ္ဌာန်ဖွဲ့တည်လျှက်ရှိနေတဲ့ distributed circuit elements လို့နားလည်ထားရမှာဖြစ်ပါတယ်။transmission line ရဲ့အလျားကိုသင့်တင့်တဲ့ပမာဏဖြတ်တောက်လိုက်တဲ့အခါ inductors, capacitor, resonant circuit လိုပြုမူနေ

တာကြောင့်သူတို့ရဲ့တန်ဖိုးတွေပါပြောင်းသွားသလိုဖြစ်ပြီး၊ပတ်လမ်းရဲ့မှုမှန်အလုပ်လုပ်ဆောင်နေမှုများကိုပျက်ယွင်းစေတတ်ပါတယ်။tuned circuitsနှင့် reactances များကို implement လုပ်တဲ့အခါ strip lines, microstrips,waveguides ,cavity resonators လို့ခေါ်တဲ့ transmission lines အထူးမှုကွဲများ (special versions)ကိုအသုံးပြုပါတယ်။အဲဒါဟာ low frequencies resonant circuit တွေနဲ့မတူတဲ့အချက်ပါပဲ။

ကျွန်တော်တို့သုံးနေကျ-တပိုင်းလျှပ်ကူးပစ္စည်းတွေ (semiconductor devices)ဟာလည်း microwave frequencies မှာပုံမှန်အလုပ်မလုပ်တော့ပါဘူး။ဘာကြောင့်လဲဆိုတော့ရိုးရိုးဒိုင်အုတ်နဲ့ထရန်စစ္စတာတွေဟာပင်ကိုယ်သဘာဝအားဖြင့် capacitance နှင့် inductance တွေရှိနေတဲ့အတွက်လုံလောက်တဲ့ချဲ့အား(gain)ကို microwave frequencies မှာမပေးနိုင်တော့လို့ဖြစ်ပါတယ်။

နောက်ထပ်ဆိုးရွားတဲ့ပြဿနာတရပ်ကတော့-ထရန်စစ္စတာအတွင်းကူးပြောင်းချိန်(transit time) ဖြစ်ပါတယ်။ transit time ဆိုတဲ့သဘောကတော့ current carrier(holes or electrons)တွေdevice အတွင်းဖြတ်သန်းတဲ့အခါကြာမယ့်အချိန်ပမာဏကိုခေါ်တာပါ။frequency နိမ့်တဲ့အခါအဲဒီအချိန်ကိုလုံးဝလစ်လျူရှုထားလို့ရပေမယ့် microwave frequencies တွေမှာတော့ တကယ့် signal period ရဲ့မြင့်မားတဲ့ရာခိုင်နှုန်းတရပ်ဖြစ်လာပါတယ်။

အဲဒီပြဿနာကိုအထူးပြုလုပ်ထားတဲ့ microwave diodes နှင့် transistors အငယ်စားလေးများဖြင့်လည်းကောင်း၊ silicon ထက်ထိထိရောက်ရောက်တိုတောင်းသော transit time ရှိတဲ့ ဂယ်လီယမ်အာဆင်နိုဒ်(gallium arsenide)လိုသီးသန့်ပစ္စည်းတွေ(special materials)အသုံးပြုခြင်းဖြင့်လည်းကောင်း၊ဖြေရှင်းခဲ့ပါတယ်။ဒါ့အပြင်စွမ်းအားချဲ့တဲ့နေရာမှာ(power amplification လုပ်တဲ့နေရာမှာ) လည်း၊ယခင်ကမတွေ့ဘူးတဲ့ပစ္စည်းသစ်တွေအသုံးပြုပါတယ်။အဲဒီပစ္စည်းတွေကတော့- power amplification လုပ်ဖို့တီထွင်ထုတ်လုပ်ထားတဲ့ klystrons, magnetrons, traveling wave tubes လို့ခေါ်တဲ့အထူးလေဟာမီးသီးမျိုးတွေဖြစ်ကြပါတယ်။

မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်) signals တွေဟာအလင်းလှိုင်းတွေလိုမျိုးပကတိဖြောင့်တန်းစွာသွားတတ်တဲ့ဂုဏ်သတ္တိဟာလည်းနောက်ထပ်ပြဿနာတရပ်ဖြစ်နေပြန်ပါတယ်။ဒီဂုဏ်သတ္တိကြောင့်မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)ရဲ့ communication distance ဟာမျက်စေ့တဆုံးအကွာဝေး(line of sight range)(သို့)မိုးကုတ်စက်ဝိုင်းအစွန်းအထိသာသွားနိုင်တဲ့ခရီးအကွာအဝေးကန့်သတ်ချက်ကိုဖြစ်စေပါတယ်။အဲဒီခရီးရောက်ဖို့တောင်မှ-အလွန်မြင့်မားတဲ့ antannas တွေသုံးရပါဦးမယ်။ဒါ့အပြင်-မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)signals တွေဟာလှိုင်းအလျားအလွန်တိုတဲ့အတွက်ကြီးမားတဲ့အရာဝတ္ထုတွေနဲ့သော်လည်းကောင်း၊သေးငယ်တဲ့အရာဝတ္ထုတွေနဲ့သော်လည်းကောင်းထိတွေ့ရိုက်ခတ်မိတဲ့အခါလှိုင်းပြန်ခြင်း(သို့မဟုတ်)လှိုင်းသွေဖယ်ခြင်းတို့ကိုအလွယ်တကူဖြစ်စေတတ်တာလည်းတွေ့ရပါတယ်။

အထူးသဖြင့် 20GHz ခန့်အထက်ရှိ microwave signals တွေဟာမိုးဖွဲဖွဲရွာနေတဲ့အခါဖြစ်စေ၊နှင်းတွေကျနေတဲ့အခါမှာဖြစ်စေ၊မြူတွေပိတ်ဖုံးနေတဲ့အခါမှာဖြစ်စေ၊အခြားသောလေဖိအားဆိုင်ရာမလျော်ကန်တဲ့အခြေအနေတရပ်ရပ်ကြောင့်ဖြစ်စေ၊ signals တွေကိုစုပ်ယူပစ်ပြီး၊အားနည်းသွားစေတတ်တဲ့ဆိုးကျိုးကိုလည်းအသုံးပြုတဲ့အခါသတိပြုဖို့လိုပါတယ်။

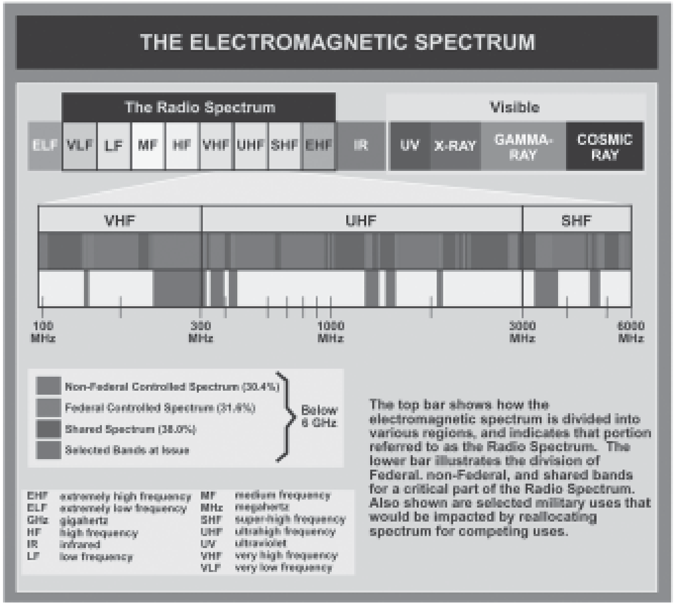
လက်ရှိမှာ- microwave frequency spectrum ကိုတယ်လီဖုန်းဆက်သွယ်ရေးနှင့်ရေဒါတွေမှာ အဓိကအသုံးပြုပါတယ်။ဝေးလံလှတဲ့ရပ်ဝေးတယ်လီဖုန်းဆက်သွယ်ရေးစနစ်တွေမှာတယ်လီဖုန်းခေါ်ဆိုမှုများကိုသယ်ဆောင်ရန်အတွက်မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)ထပ်ဆင့်လွှင့်ဆက်ကြောင်းများ(microwave relay links)ကိုအသုံးပြုပါတယ်။အဲဒီလိုရပ်ဝေးဆက်သွယ်တဲ့အခါ two-way-communications အရေအတွက်ထောင်ပေါင်းများစွာကို carrier wave တစ်ခုတည်းပေါ်မှာ modulated လုပ်ပြီး multiplexing techniques ကိုအသုံးပြုကာ station တစ်ခုမှအခြားဝေးလံလှတဲ့ station တစ်ခုဆီသို့ရောက်အောင်ထပ်ဆင့်ပို့လွှတ်တဲ့နည်းကိုအသုံးပြုပါတယ်။ရပ်ဝေးတယ်လီဖုန်းဆက်သွယ်ရေးအတွက်ကောင်ကင်ဂြိုလ်တုထပ်ဆင့်လွှင့်စခန်းများ (satellite repeater stations)ကိုလည်းတွင်တွင်ကျယ်ကျယ်အသုံးပြုနေကြပါတယ်။

microwave region မှာနောက်ထပ်အဓိကအသုံးများတဲ့ communication techniques တစ်ခုကတော့ရေဒါ (radar)ဖြစ်ပါတယ်။radar ဆိုတာဟာ radio detection and ranging ဆိုတဲ့စကားစုရဲ့အတိုကောက်အမည်ပေးထားခြင်းဖြစ်ပါတယ်။ရေဒါဟာအဝေးမှာရှိနေတဲ့အရာဝတ္ထု (diatance object)တစ်ခုကိုထောက်လှမ်းရှာဖွေပြီး၊အကွာဝေး(distance)နှင့်ဦးတည်ရာအရပ်(direction)ကိုသတ်မှတ်ပေးပါတယ်။ရေဒါစနစ်တွေဟာအဝေးမှာရှိနေတဲ့အရာဝတ္ထုတွေ(လေယာဉ်ပျံ၊ဒုံးကျည်၊သင်္ဘော၊ မော်တော်ကားနှင့်အခြားအရာဝတ္ထုတစ်ခုခု)နဲ့ထိရိုက်ပြီးပြန်ထွက်လာမယ့်ကြိမ်နှုန်းမြင့် signal ကိုလွှင့်ထုတ်ပေးပါတယ်။အဲဒီနောက်ရိုက်ပြန်လာတဲ့ signal ကိုရေဒါယူနစ်မှဖမ်းယူပြီး၊ပထမလွှတ်ထုတ်ခဲ့တဲ့ signal နဲ့နှိုင်းယှဉ်ပါတယ်။အဲဒီ signals ၂ခုအကြားအချိန်ခြားနားချက်(time difference)ဟာအရာဝတ္ထုရဲ့အကွာအဝေးကိုပေးပါတယ်။တိကျစွာလမ်းညွှန်ပေးနိုင်တဲ့ directional antennas တွေအသုံးပြုတဲ့အခါအရာဝတ္ထုရဲ့မြင့်ထောင့်(azimuth)(သို့)ဦးတည်ဖက်(direction)ကိုပါသတ်မှတ်ပေးနိုင်ပါတယ်။

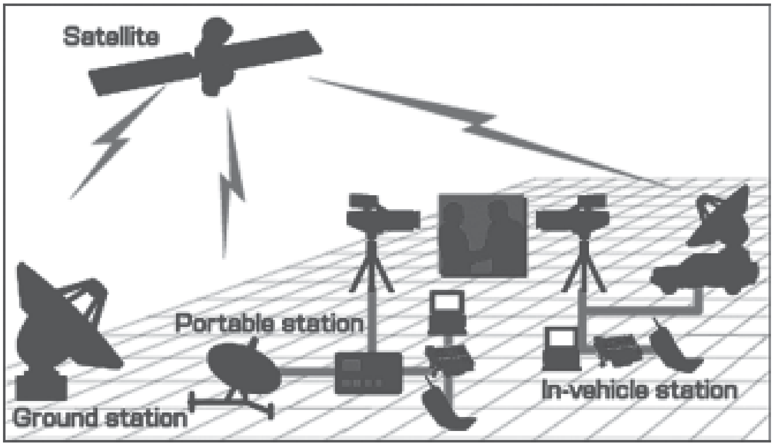
အမှန်စင်စစ် ရေဒါကိုစစ်ဖက်ရေးရာလုပ်ငန်းနယ်ပယ်တွေမှာသာအများဆုံးအသုံးပြုပါတယ်။ ဒါပေမယ့်အရပ်ဖက်ဆိုင်ရာလေကြောင်းပျံသန်းရေး(aviation)နယ်ပယ်နှင့်ရေကြောင်းသွားလာရေး(marine)နယ်ပယ်တို့မှာလည်းဘေးအန္တရယ်ကင်းရှင်းလုံခြုံရေးအတွက်အသုံးပြုပါသေးတယ်။နောက်ထပ်ရေဒါအသုံးပြုမှုကတော့-မိုးလေဝသခန့်မှန်းရေး(weather forecasting)လုပ်ငန်းမှာဖြစ်ပါတယ်။အဝေးပြေးလမ်းမကြီးများစည်းကမ်းထိန်းသိမ်းရေးလုပ်ငန်း(highway law enforcement)ကဲ့သို့သောအခြားနေရာတွေမှာလည်းရေဒါအသုံးပြုတာတွေ့ရပါတယ်။

ရုပ်မြင်သံကြားလွှင့်ရုံများနှင့်ကွန်ယက်များဟာတီဗီ signals တွေကိုရပ်ဝေးဒေသသို့ပို့ဆောင်ဖို့အတွက်ရှုပ်လျားပြီး၊ဆုံးရှုံးမှုကြီးမားတဲ့ coaxial cable တွေပေါ်မှီခိုအားထားခြင်းမပြုပဲ၊ မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)ထပ်ဆင့်လွှင့်ဆက်ကြောင်းများဖြင့်သာဆောင်ရွက်ပါတယ်။Cable TV networks များဟာလည်းသူတို့ရဲ့အစီအစဉ်တွေကိုတနေရာမှတနေရာပို့ဆောင်ဖို့ဂြိုလ်တုဆက်သွယ်ရေးကိုအသုံးပြုပါတယ်။ဂြိုလ်တုမှလွှင့်ထုတ်လိုက်တဲ့အစီအစဉ်တွေကိုအသုံးပြုသူမှတိုက်ရိုက်ဖမ်းယူကြည့်ရှုနိုင်တဲ့မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)ဂြိုလ်တုတီဗီဖမ်းစက်များလည်းအလွယ်တကူဝယ်ယူရရှိနိုင်ပြီဖြစ်ပါတယ်။

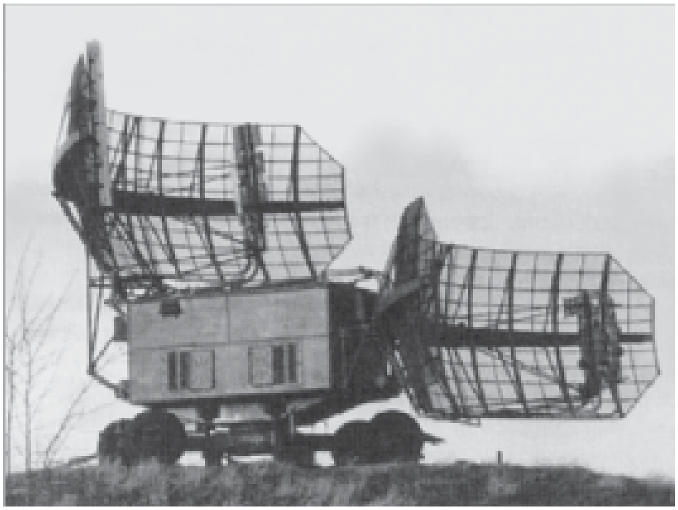
ကြီးထွားလာတဲ့မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)ဆက်သွယ်ရေးအသုံးပြုမှုဟာအာကာသဆက်သွယ်ရေးအထိနေရာယူထားပါသေးတယ်။ဆက်သွယ်ရေးဂြိုလ်တုများ(communications satellites)၊နက်ရှိုင်းသောအာကာသ



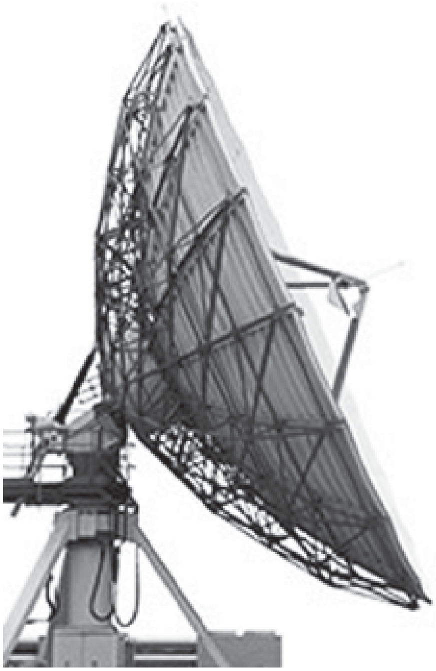
(က) လျှပ်စစ်သံလိုက်လှိုင်းရောင်စဉ် ပြကားချပ်



(ခ) **Digital Satellite News Gathering(DNG) Architecture**

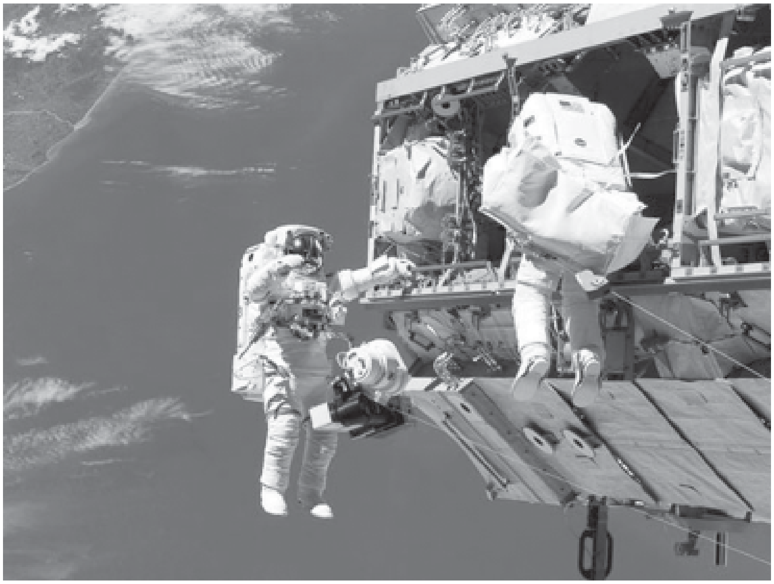


(ဂ) မိုက်ခရိုဝေ့(ဗ်)နည်းပညာသုံး စစ်ဖက်ဆိုင်ရာရေဒါတခုပုံ



(ဃ) ဖြိုလ်တုဆက်သွယ်ရေးလုပ်ငန်းသုံး မြေပြင်မိုက်ခရိုဝေ့(ဗ်)စခန်းမှ စလောင်း အင်တင်နာပုံ

(င) စလောင်းအချင်း ၄၀မီတာရှိ **Radio telescope** မျိုးနွယ်စုဝင် **Cosmic microwave telescope** တခုပုံ



(စ) ၁၉၉၀ ခုနှစ်တွင်ပထဆုံးအာကာသအတွင်းတင်ထားခဲ့သည့် ဟာဘယ်(လ်)(Hubble)ဟုအမည်ရ သော **Radio telescope** အား အာကာသအတွင်းပြုပြင်တပ်ဆင်နေကြပုံ

(ဆ) မိုက်ခရိုဝေ့(ဗ်)လှိုင်းသုံးမီးဖိုတလုံး

(ဈ) မိုက်ခရိုဝေ့(ဗ်)သုံးသတ္တုရည်ကျိုမီးဖို

(ည) Roadway weather information station

(ဋ) CCTV camera using microwave transmission

ပုံ(၅-၇) မိုက်ကရိုဝေ့(ဗ်)နည်းစနစ်သုံး-အသုံးချနယ်ပယ်များ

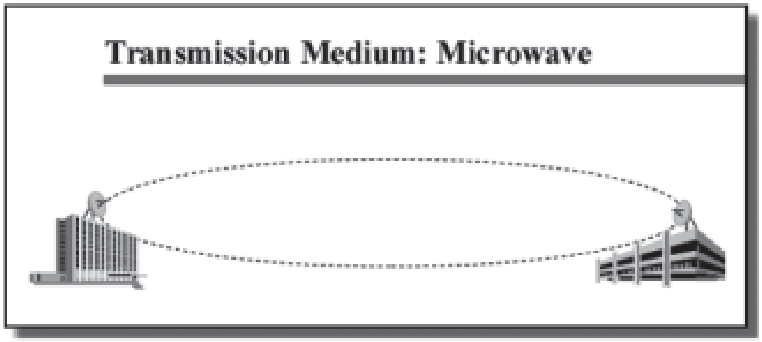
စူးစမ်းလေ့လာရေးယာဉ်များ(deep-space probes)၊အခြားအာကာသယာဉ်များ(other spacecrafts) . . . စသည်တို့ဟာမိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်) transmission ကိုသာအဓိကအားထားအသုံးပြုကြပါတယ်။အဲဒီလိုအသုံးပြုရတဲ့အကြောင်းကတော့-မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်) signals တွေဟာကြိမ်နှုန်းနိမ့် signals တော်တော်များများမှာလိုအိုင်ယွန်နိုစဖီးယား(ionosphere)လွှာဖြင့်လှိုင်းရိုက်ပြန်ခြင်း(reflection)၊စုပ်ယူခံရခြင်း(absorbbed)မရှိတဲ့အတွက်ကြောင့်လို့ဆိုရမှာပါ။microwave signal ဟာ အိုင်ယွန်နိုစဖီယားအလွှာအားလုံးကိုဖောက်ထွက်ပြီးအာကာသအပြင်ဖက်သို့ဆုံးရှုံးမှုအနည်းဆုံးဖြင့်တိုက်ရိုက်ထွက်သွားနိုင်ပါတယ်။

ကြယ်များမှပြန့်လွင့်ထွက်လာကြတဲ့လျှပ်စစ်သံလိုက်လှိုင်းတွေဟာလည်းအဓိကအားဖြင့်မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)နယ်ပယ်အတွင်းရှိကြပါတယ်။နက္ခတ်ဗေဒပညာရှင်တွေ(astronomers)ဟာကြယ်များ၊ကျွန်ုပ်တို့ဂလက်ဇီ(galaxy)အတွင်းနှင့်ပြင်ပရှိရုပ်ဝတ္ထုတို့(bodies)ရဲ့အကြောင်းကိုရေဒီယိုတယ်လီစကုတ်(radio telescope)ဖြင့်လေ့လာနေကြတာပါ။မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)နယ်ပယ်အတွင်းလုပ်ဆောင်နိုင်တဲ့အရွယ်အစားအလွန်ကြီးမားတဲ့ antennas တွေနဲ့လှိုင်းဖမ်းစွမ်းရည်အလွန်ကောင်းတဲ့ရေဒီယိုဖမ်းစက်(sensitive radio receivers)တွေရဲ့အာကာသအပြင်ဖက်ကိုသရုပ်ဖော်နိုင်မှုစွမ်းရည်ဟာအလင်းဆိုင်ရာရိုးရိုးအဝေးကြည့်မှန်ပြောင်း(visual) or (optical) telescopes တွေထက်ပိုပြီးအစွမ်းထက်တာတွေ့ရပါတယ်။

နောက်ဆုံးအနေနဲ့တင်ပြချင်တာကတော့-မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)ဖြင့်အပူစွမ်းအင်ထုတ်လုပ်အသုံးချခြင်း(heating)ဖြစ်ပါတယ်။ဒီနေ့အိမ်ရှင်မတို့ရဲ့မီးဖိုဆောင်တော်တော်များများမှာမိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)မီးဖိုတွေ (microwave ovens)ကိုအဆောင်အယောင်တစ်ခုသဖွယ်တွေ့ကြရမှာပါ။ဒါ့အပြင်ခန္ဓာကိုယ်ကြွက်သားများနှင့်တစ်သျှူးများကိုအရေပြားနာကျင်မှုမဖြစ်စေပဲ၊အပူပေးကုသခြင်းပြုလုပ်ရာမှာအသုံးပြုတဲ့ဆေးကုသရေးဆိုင်ရာသုံးဒိုင်ယာသာမီစက်(diathermy machines)လို့ခေါ်တဲ့အထူးတီထွင်ထားတဲ့မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)စက်များလည်းသုံးနေကြပြီဖြစ်ပါတယ်။စက်မှုလုပ်ငန်းများမှာဆိုရင်လည်း၊သတ္တုအပူပေးဆက်ခြင်းနှင့်အရည်ကျိုခြင်းလုပ်ငန်းအမျိုးမျိုးတို့မှာမိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)ကိုတွင်ကျယ်စွာအသုံးပြုလာကြပြီဖြစ်ကြောင်းတင်ပြရင်းမိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)အကြောင်းတစေ့တစောင်းကိုဒီနေရာမှာပဲ၊ အဆုံးသတ်လိုက်ပါရစေ။

■ **Using the microwave technologies in the CCTV systems-** မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)နည်းပညာကို CCTV စနစ်အတွက် transmission medium အဖြစ်သုံးတဲ့အခါ transmission distance ကို“ဖရက်စနဲဇုန်(freznel zone)”လို့ခေါ်တဲ့စိတ်ချသေချာတဲ့နယ်စွန်းမှတ်(safety margin) ကို transmission distance အဖြစ် technically သတ်မှတ်လုပ်ဆောင်ရမှာဖြစ်ပါတယ်။ microwave transmission နည်းနဲ့အကောင်းဆုံးပို့နိုင်တဲ့အကွာအဝေးဟာ 2,500 foot range သာရှိတာကြောင့်မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)မီဒီယမ်ကိုအလယ်အလတ်တာခွင်ရှိကြားခံပစ္စည်း (mid-range medium)လို့ဆိုပါတယ်။ဒီထက်ပိုဝေးတဲ့အကွာအဝေးထိပို့လိုရင်တော့အပေါ်မှာရှင်းပြခဲ့တဲ့အတိုင်း repeaters တွေထပ်ဆင့်ခံသုံးရမှာဖြစ်ပါတယ်။

တကယ်တော့ microwave transmission ဟာ wireless transmission တမျိုးဖြစ်တဲ့အတွက်သူ့ရဲ့သုံးစွဲမှုကိုပုံမှန်အားဖြင့်အစိုးရအဖွဲ့အစည်းများက စည်းကမ်းတကျဖြစ်စေရန်ထိန်းချုပ်ထားပါတယ်။ဒါပေမယ့်အမေရိကန်နိုင်ငံမှာတော့မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)နည်းပညာအရှိန်အဟုန်နဲ့ဖွံ့ဖြိုးတိုးတက်လာစေဖို့



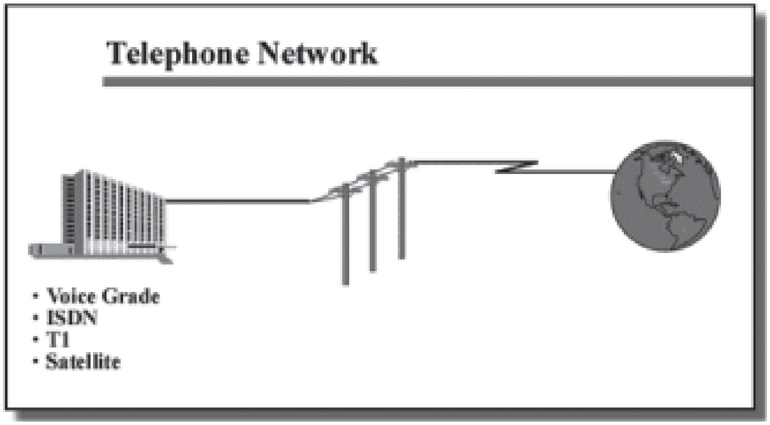
ပုံ(၅-၈) မိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)ဆက်ကြောင်းဖြင့်ချိတ်ဆက်ထားသော CCTV system

ရည်ရွယ်ပြီးထုတ်လွှင့် power နိမ့်တဲ့ microwave စနစ်တွေအတွက် FCC ခွင့်ပြုမိန့်လိုင်စင်တောင်းခံစရာမလိုပဲ၊လွတ်လပ်စွာသုံးခွင့်ပေးထားပါတယ်။တခြား microwave technology အမျိုးစုအတွက်တော့၊ကမ္ဘာ့အခြားတိုင်းပြည်တွေမှာလိုပဲ သတ်မှတ်ထားတဲ့စည်းကမ်းဘောင်အတွင်းကသာသုံးစွဲခွင့်ရှိပါတယ်။ရုပ်ပုံ၊ အသံနဲ့ data အချက်အလက်တွေကို microwave system နဲ့ transmit လုပ်နိုင်တာသိထားကြပြီးပြီလို့ထင်ပါတယ်။

microwave transmission medium ကိုသာမန်ကိစ္စများမှအပ၊အလွန်အရေးကြီးတဲ့အသုံးချမှုတွေ(special applications)မှာသာဆောင်ရွက်ဖို့သတ်မှတ်ထားတာဖြစ်ပါတယ်။ပုံမှန် CCTV application တွေမှာတော့သုံးလေ့မရှိပါဘူး။microwave အသုံးပြုလေ့ရှိတဲ့နေရာတွေကိုသာဓကပြရရင်-ပုံမှန်သုံး လေ့ရှိတဲ့ hard-wired ကြိုးတွေနဲ့အသုံးပြုဖို့ဆောင်ခြင်းငှာလုံးဝမဖြစ်နိုင်တဲ့(ရန်သူ့နယ်မြေလိုနေရာကြားခံနေခြင်း၊တောတောင်ရေမြေအလွန်ထူထပ်ပြီးလမ်းပန်းဆက်သွယ်ရေးလွန်စွာကြမ်းတမ်းခက်ခဲသောကြားခံနယ်ဖြစ်နေခြင်း. . . စတဲ့နေရာများ)နေရာတွေ(သို့တည်းမဟုတ်)ဝါယာကြိုးဖြင့်'မရ"မက' ဆက်သွယ်မည်ဆိုပါကရနိုင်သော်လည်း၊ကုန်ကျစရိတ်လွန်စွာကြီးမားမယ့်နေရာတွေမှာသာ micriwave ကိုအဓိကအားထားအသုံးပြုဖို့သင့်ပါတယ်။ဥပမာ-ရန်ကုန်မြို့မြစ်တဖက်ကမ်းရှိ ဒလသင်္ဘောကျင်းမှာတပ်ဆင်ထားတဲ့ CCTV operation စနစ်တစ်ခုကိုရန်ကုန်မြို့လယ်နန်းသီတာဆိပ်ကမ်းအနီးပန်းဆိုးတန်းလမ်းမှပြည်တွင်းရေကြောင်းပို့ဆောင်ရေးရုံးအဆောက်အဦးမှ monitor လုပ်လိုသည်ဆိုပါစို့။ဒလသင်္ဘောကျင်းနှင့်ပြည်တွင်းရေကြောင်းပို့ဆောင်ရေးရုံးအဆောက်အဦးတို့ကြားမှာရန်ကုန်မြစ်ကြီးခြားထားပါတယ်။ဒီလိုကိစ္စမျိုးမှာ hard-wired စနစ်ဖြင့် cabling လုပ်မယ်ဆိုရင်ကုန်ကျမည့်စရိတ်မှာကြောက်ခမန်းလိလိဖြစ်ပါလိမ့်မယ်။အဲဒီအတွက်ကောင်းဆုံးဖြေရှင်းချက်ကတော့-microwave transmission နည်းမှလွဲ၍အခြားမရှိနိုင်တော့ပါ။အဲဒီလိုပါပဲ-မြေပြင်အဝေးတစ်နေရာမှာရှိတဲ့ထောက်ပံ့ရေး(facility)ဌာနတစ်ခုမှာဖြစ်ပျက်တဲ့ special one-time event တစ်ခုကိုသတင်းယူနိုင်မယ့်အထောက်အကူပြုမှုတစ်ရပ်အဖြစ်ဆောင်ရွက်လိုတဲ့အခါအခိုက်အတန့်သုံးအပေါ့စားမိုက်ခရိုဝေ့(ဖ်)စနစ်များ(portable microwave systems) ဖြင့်အသုံးပြုနိုင်အောင်လည်းပြဋ္ဌာန်းသတ်မှတ်ပေးထားပါတယ်။

5.2.6: Telephone Network

Signals transmission အတွက်နောက်ဆုံးရွေးချယ်မှု(final option)တစ်ရပ်နေနဲ့ကမ္ဘာအနှံ့တယ်လီဖုန်းကွန်ယက်(world-wide telephone network)အသုံးပြုမှုနည်းပညာကိုတင်ပြပေးချင်ပါတယ်။လူတို့ရဲ့စကားပြောသံကြိမ်နှုန်းတာခွင်(voice frequency range)ဟာပျမ်းမျှအားဖြင့် 300Hz မှ 3kHz သာရှိတယ်ဆိုတာသိပြီးကြပြီဖြစ်ပါတယ်နော်။အဲဒီစကားပြောသံတွေကိုအသံအဆင့်အသုံးချတယ်လီဖုန်းလိုင်း (standard voice grade telephone lines)နဲ့တစ်နေရာမှတစ်နေရာဆက်သွယ်ပို့ဆောင်တဲ့အခါ guard band 1kHz အပါအဝင် 4KHz သာကျယ်တဲ့ကြိမ်နှုန်းတာခွင်ကျယ်(frequency Bandwidth) ဖြင့်စံပြုသတ်မှတ်လုပ်ဆောင်စေတဲ့အတွက်ခွင့်ပြုကြိမ်နှုန်းတာခွင်အလွန်ကျဉ်းမြောင်းနေပါတယ်။ဆိုလိုတာကတော့-စကားပြောတယ်လီဖုန်းလိုင်းတွေဟာ5.2MHz ထိအောင် frequency မြင့်တဲ့အရည်အသွေးပြည့်"real-time" video signalsတွေကို handle လုပ်နိုင်ဖို့ရာလုံလောက်တဲ့ capacity မရှိဘူးလို့ပြောတာပါ။ဒါပေမယ့်လည်းspecialized CCTV applications တွေအတွက် video signals တွေပို့ဆောင်ဖို့ကြားခံပစ္စည်းအဖြစ်စဉ်းစားရွေးချယ်တဲ့နေရာမှာတယ်လီဖုန်းလိုင်းတွေဟာအလွန်အဖိုးတန်တဲ့ကြားခံပစ္စည်းတွေ(mediums)ဖြစ်နေတာတွေ့ရပါတယ်။CCTV စနစ်မှာလက်ရှိအသုံးပြုနေတဲ့ရုပ်ပုံဖော်ထုတ်တဲ့ scannin နည်းစနစ်ဟာ slow-scan နည်းစနစ်ဖြစ်ပါတယ်ဆိုတာသတိပြုဖို့လိုပါတယ်။ပြောချင်တာကတော့-NTSC(M)လို့ခေါ်တဲ့ TVစနစ်မှာလှုပ်ရှားတဲ့ရုပ်ပုံလေးတွေရရှိအောင်စံသတ်မှတ်ထားတဲ့ပုံကွက်ဖော်ထုတ်နှုန်း (frame rate) ဟာတစ်စက္ကန့်မှာရုပ်ငြိမ်ပုံကွက်၃၀ကွက်(30 Frames per second)လို့သတ်မှတ်ထားပေမယ့်CCTVစနစ်မှာတော့အဲဒီပုံကွက်နှုန်းကိုအသုံးမပြုပါဘူး။တချို့ပုံကွက်တွေကိုရွေးယူပြီးကျန်တာတွေကိုဖယ်ပစ်ပါတယ်။ပြီးနောက်တစ်စက္ကန့်မှာရုပ်ငြိမ်ပုံကွက် ၃၀ကွက်နှုန်း



ပုံ(၅-၉) တယ်လီဖုန်းကွန်ယက်ဖြင့်ကမ္ဘာအနှံ့ဖြန့်ကျက်ထားပုံ

ထက်သိသိသာသာလျော့နည်းတဲ့အရေအတွက်နဲ့သာပြသတဲ့ slow scan video စနစ်မျိုးဖြစ်ပါတယ်။ ဒါ့အပြင်ရုပ်ပုံအသီးသီးရဲ့ pixel resolution ကိုလည်း standard video စနစ်မှာသုံးတဲ့တန်ဖိုးထက်တော်တော်လေးလျော့ထားပါသေးတယ်။ဒါတင်မကသေးပါဘူး-အခုခေတ်မှာအလွန်ရေပန်း စားလှတဲ့ JPEG ၊ MPEG-4 . . . လို့ခေါ်တဲ့ formatတွေဟာလည်း transmission methode ကိုသိသိသာသာမြှင့်တက်စေတဲ့နောက်ဆုံးပေါ် digital compression နည်းစနစ်တွေပဲဖြစ်ပါတယ်။

digital compression နည်းပညာမှန်မှန်တိုးတက်နေတာနဲ့အညီဒီဘက်ခေတ်မှာဗီဒီယိုရုပ်ပုံတွေကို telephone network အတွင်းဝင်ရောက်ဖြတ်သန်းကာ ပိုပြီးထိထိရောက်ရောက်ပို့လာနိုင်ပြီဖြစ်ပါတယ်။လက်ရှိအနေအထားအရဗီဒီယိုပုံကွက်တစ်ကွက်ကိုစံသတ်မှတ်ထားတဲ့ဖုန်းလိုင်းကတဆင့် 28.8kbps(တစ်စက္ကန့်မှာ ၂၈၈၀၀ bits နှုန်း)နဲ့ပို့မယ်ဆိုရင် 6 seconds မှ 12 secondsအကြားကြာမှာဖြစ်ပါတယ်။

bandwidth အရည်အသွေးပိုပြီးမြင့်တဲ့ ISDN(Integrated Services Digital Network) ဖုန်းလိုင်းတွေဟာ 56k "channels" နှစ်ခုပေါင်းစပ်ထားတာဖြစ်တဲ့အတွက်စုစုပေါင်း transmission speed 112kbps(kilo bits per second)ကိုရရှိစေပါတယ်။အဲဒီလိုနှုန်းနဲ့(data transfer rateမြင့်တဲ့နှုန်းနဲ့)ဗီဒီယိုပုံကွက်တစ်ကွက်ပို့မယ်ဆိုရင်တစ်စက္ကန့်လောက်ပဲ(approximately 1 second) ကြာတော့မှာဖြစ်ပါတယ်။

အခုဖော်ပြခဲ့တဲ့စွမ်းရည်တွေထက်ပိုပြီးမြင့်တဲ့အရည်အသွေးကိုပေးနိုင်တဲ့(full capability ကိုပေးနိုင်တဲ့)တခြား high speed phone lines အမျိုးအစားတွေကိုလည်း option လုပ်လို့ရပါသေးတယ်။ အဲဒီ မြန်နှုန်းမြင့်ဖုန်းလိုင်းအမျိုးအစားတွေကတော့ ဥပမာအားဖြင့်- T-1(or)Fractional T-1 Lines နှင့် satellite lines တို့ဖြစ်ကြပါတယ်။

လက်ရှိနည်းပညာအရ CCTV စနစ်ကို တယ်လီဖုန်းကွန်ယက်မှာသုံးဖို့ ISDN "Channels" ၂ ခုပဲ၊သတ်မှတ်ထားပါသေးတယ်။ CCTV applications အတွက် satellite communication technologies ဖွံ့ဖြိုးမှုအစီအစဉ်တွေချမှတ်ဆောင်ရွက်ဖို့ကျန်နေပါသေးတယ်။ CCTV စနစ်ရဲ့ အရုပ်၊ အသံနှင့် data အချက်အလက်များကိုအခုရှင်းပြခဲ့တဲ့ medium တွေပေါ်ကနေအားရပါရစွမ်းဆောင်ရည်ပြည့်ပြည့်ဝဝနဲ့ပို့နိုင်ဖို့အချိန်ကာလကတော့ဝေးတော့မယ်မထင်ပါဘူး။

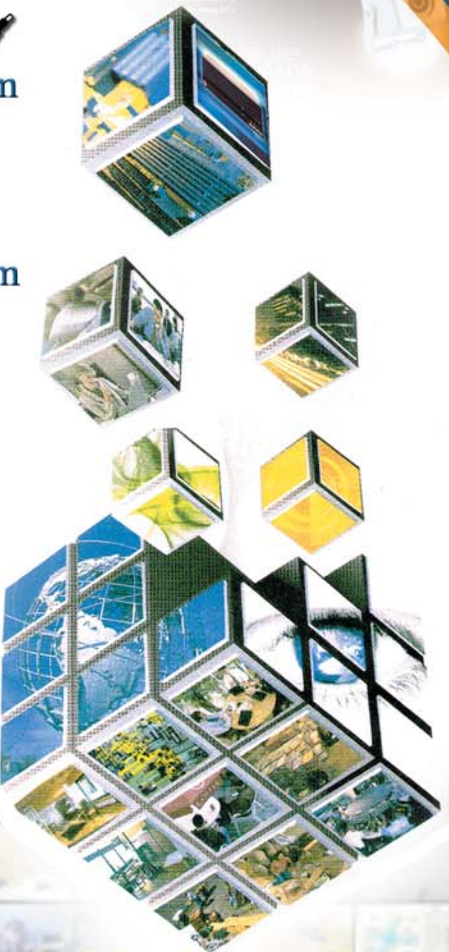
အခုကျွန်တော်ရှင်းပြခဲ့တဲ့တယ်လီဖုန်းကွန်ယက်သုံးနည်းပညာတွေအားလုံးဟာ fiber optic cable နှင့် twisted pair wire သုံး mediums တွေမှာလိုပဲ conversion devices တွေထည့်သုံးဖို့လိုပါတယ်။ voice grade telephone lines တွေနဲ့သုံးမယ်ဆိုရင်video signal ကို audio signal အဖြစ်သို့လည်းကောင်း၊ digital signal သင်္ကေတနဲ့computer informations တွေကို audible tonesလေးများအဖြစ်လည်းကောင်းပြောင်းပေးနိုင်တဲ့ Modem (**Mo**dulator **dem**odulator)လို့ခေါ်တဲ့ converter လိုပစ္စည်းကိုအသုံးပြုရမှာဖြစ်ပါတယ်။လက်ရှိအခြေအနေအရ telephone transmission ဟာကန့်သတ်ချက်တွေဘယ်လိုပဲရှိရှိCCTVစနစ်မှာသုံးတဲ့ Video, Audioနှင့်တကွPan, Tilt, Zoom တို့နဲ့ဆိုင်တဲ့ညွှန်ကြားချက်အမိန့်signalsတွေကိုကမ္ဘာလုံးဆိုင်ရာတယ်လီဖုန်းကွန်ယက်တလျှောက်မှာရှိတဲ့ဘယ်နေရာမဆိုပေးပို့ခြင်း၊လက်ခံဖမ်းယူခြင်း. . . စတဲ့အလုပ်တွေကိုလုပ်လို့ရတယ်ဆိုတာပဲဖြစ်ပါတော့တယ်။

ဦးစိုးအောင် (သုတေသီ) ရေးသားပြုစုသော . . .
အိမ်လက်ထရွန်းနစ်လုံခြုံရေးစနစ်
CCTV
FUNDAMENTALS
မကြာမီမျှော်
Part-2
ပင်ရင်းဖြန့်ချီရေး
ကံ့ကော်ငြိမ်းစာပေထုတ်လုပ်ရေး
တိုက်အမှတ် (၂၈၂) အခန်း (၄–က)၊ ကျိုက္ကဆံလမ်း၊ တာမွေမြို့နယ်၊ ရန်ကုန်တိုင်းဒေသကြီး၊
Hp: 0949249071, 09 73105956
www.soeaung5158@gmail.com

ADAM DESIGN SYSTEM

M&E, Fire, Safety, Security & Networking Engineering Sercice

- Public Address Sound System
- Audio/Video Intercom System, PABX System
- Digital CCTV System
- Door Access Control, Auto Door/Gate System
- Fire Alarm System
- Fire Fighting System
- Nurse Call System
- Bank of Q System
- Networking, Fiber optic System
- M&E Design & Installation



အထက်ပါလုပ်ငန်းများကို စိတ်တိုင်းကျ ဆောင်ရွက်ပေးနေပြီဖြစ်ပါသည်။

အထက်ပါလုပ်ငန်းများနှင့် ဆက်စပ်လျက်ရှိသော Material Instrument များကို

လုပ်ငန်းခွင်အရောက် တပ်ဆင်ရောင်းချပေးလျက်ရှိပါသည်။

No. 638, Zarni 14th St, 9 Ward, S/Okkalapa Township, Yangon.

Ph: 095066886. 0973072695 E-mail: nnadamdesign@gmail.com

Panasonic — Telecommunication Wholesale Centre

SONY — Surveillance Equipment Authorized Dealer

PENTAX — CCTV Lenses Sole Distributor

Digital Video Recorder Sole Agent

Lines — CCTV Equipment Sole Agent

VPON — Digital Video Recorder Sole Distributor

TOA — TOA Corporation

ဒါတွေကို 'သင်' သိသွားမှာပါ

- အဓိက အီလက်ထရွန်နစ်လုံခြုံရေးစနစ်ကြီး ၃ မျိုး : . . .
- လုံခြုံရေးဗဟိုဌာနကို ဘယ်လိုခင်းကျင်းထားရှိမှာလဲ Corsole အတွက်ဘယ်လိုစဉ်းစားမလဲ...
- CCTV Definaion, Basic and Advance CCTV System...
- ဗီဒီယိုရုပ်ပုံတစ်ခုဖွဲ့စည်းထားပုံ၊ ၎င်းနှင့်နှီးနွယ်နေသောအခြေခံများ...
- Component video, Composite video, S-video နှင့် HDMI Technology...
- မျက်လုံးကိုအခြေခံပြီးကင်မရာတည်ဆောက်ပုံအကြောင်း၊ မိမိရဲ့လုပ်ငန်းလိုအပ်ချက်နဲ့သင့်လျော်တဲ့ ကင်မရာကို ဘယ်လိုရွေးချယ်မှာလည်း. . .
- CCTV and CMOS Technologies . . .
- CRT, Plasma, LCD Display Technologies များအကြောင်းနှင့် CCTV Monitors များအကြောင်း . . .
- Network ချိတ်တဲ့အခါ အရေးကြီးတဲ့ Transnission Medium တွေဖြစ်ကြတဲ့ Coaxial cable,. Twisted Pair Wire , Fiber Optic Cable , Microwave , Teleplone Net work များအကြောင်း . . .
- ဒါတွေတင်ဘယ်ဟုတ်ပါ့မလဲ–ဗဟုသုတဖြစ်ဖွယ်ရာများစွာကိုလည်း ပုံများနှင့်စုံစုံလင်လင် ဝေဝေဆာဆာထည့်ရှင်းပြထားပါသေးတယ် . . .

(မြန်မာလို ပြုစုထားတဲ့ ပထမဆုံးနည်းပညာစာအုပ်)

ဒီစာအုပ်ဟာ– သင့်ကို သူများထက် 'နှာတစ်ဖျား–မက' သာအောင် ခွန်းဆောင်ပေးမယ့် စာအုပ်ကောင်းတစ်အုပ်ဖြစ်ပါတယ်။

ဦးစိုးအောင် (သုတေသီ)

တိုက်အမှတ် (၂၈၂)၊ အခန်း (၄–က)၊ ကျိုက္ကဆံလမ်း၊ တာမွေမြို့နယ်၊ ရန်ကုန်တိုင်းဒေသကြီး။

Ph: 0949249071, 09 73105956 www.soeaung5158@gmail.com