

# 1) Computer Science မိတ်ဆက်

## 1.1) Computer Science ဆိုတာဘာလဲ

**Computer** ဆိုတာက user က ပေးတဲ့ ညွှန်ကြားချက်တွေအတိုင်း အတိအကျလုပ်ဆောင်ပြီး ပြဿနာတွေ ဖြေရှင်းပေးရတဲ့ စက်ပစ္စည်းဖြစ်ပါတယ်။ အသေးစိတ်နဲ့ အမျိုးအစားတွေကိုတော့ **Computer** အတွက်သီးသန့်အပိုင်းမှာ ဆက်ရှင်းပြပေးပါမယ်။ **Science** ဆိုတာကတော့ မြန်မာလိုဆို သိပ္ပံဖြစ်ပြီး အရာရာတိုင်းကို လေ့လာတဲ့ နယ်ပယ်ဖြစ်ပါတယ်။တစ်ကယ်ဆို **Science** နဲ့တင် အဓိပ္ပါယ် ကပြီးပြီ

ဆိုပေမဲ့လည်း တစ်ခါတစ်လေ သူ့နောက်မှာ **Engineering** ပါလာတတ်ပါတယ်။ တစ်ကယ်လည်း ပါ သင့်တယ်လို့ထင်ပါတယ်။ ဘာလို့လဲဆိုတော့ **Engineering** ဆိုတာက **Science** က လေ့လာလို့ ရလာတဲ့ အချက်အလက်တွေကို သုံးပြီး အပြင်လောကရဲ့ ပြဿနာတွေကို ဖြေရှင်းတဲ့ နယ်ပယ်ပါ။ ဆိုတော့ အတိုခေါက် ချုံ့ရင် **Computer Science Engineering** ဆိုတာ user ရဲ့ ညွှန်ကြားချက်တွေ အတိုင်း အတိအကျ လုပ်ဆောင်ပေးတဲ့ စက်ပစ္စည်းကိုလေ့လာပြီး ပြင်ပ ကမ္ဘာက ပြဿနာတွေကို ဖြေရှင်းပေးရတဲ့ နယ်ပယ် လို့အဓိပ္ပါယ်ရပါတယ်။

## 1.2) Computer ဆိုတာဘာလဲ

**Computer** တွေကနေရာတိုင်းမှာ ရှိနေပါပြီ။ သွားတိုက်တံနဲ့ အိပ်ယာခင်းကစလို့ ဒုံးပျံတွေ ကားတွေ တွေ မှာပါ မရှိမဖြစ်သဘောမျိုး ပါဝင်လာပါတယ်။ ဖုန်းတွေဆိုတာလည်း **Computer** အသေးစားလေးပါ။ **Computer** မှာ **Analog** နဲ့ **Digital** ဆိုပြီး နှစ်မျိုးရှိပါသေးတယ် အဲ့နှစ်မျိုးရဲ့ အသေးစိတ်ကွဲပြားပုံကို ကိုတော့နောက်မှရှင်းပြပါမယ်။ အဓိက ကတော့ **Computer** ဆိုတာ ပေးထားတဲ့ အသေးစိတ် ညွှန်ကြား ကြားချက်တွေအတိုင်း(**Algorithms**) သေချာ အတွက်အချက်လုပ်ပြီး ပြဿနာတွေကို ဖြေရှင်းပေးရတဲ့ စက်လို့ကောက်ချက်ချလို့ရပါတယ်။ **Computer** က အတွက်အချက်တင် လုပ်တာနဲ့တင် **Computer** လို့ခေါ်ပြီလားဆိုတော့ ဟုတ်တယ်လဲ ပြောရသလို မဟုတ်လဲမဟုတ်ပါဘူး။ ကျွန်တော်တို့ ဒီနေ့ ခေတ်အမြင်နဲ့ကြည့်ရင် ဂဏန်းလေးတွေတင် တွက်ချက်ပြီး ပြန်ထုတ်ပေးရတာနဲ့တင် မလုံလောက်တော တော့ပါဘူး အချက်အလက်တွေကို သိမ်းထားနိုင်ရမယ် **Computer** တစ်လုံးနဲ့တစ်လုံး ချိတ်ဆက်ပြီး အချက်အလက်တွေကို ပို့ပေးနိုင်ရမယ်။ လူတွေ ရဲ့ နေ့စဉ် လိုအပ်ချက်တွေကို ဖြည့်စည်းပေးနိုင်တဲ့အပြင် အလုပ်ခွင် သုံးဖြစ်ဖြစ် တစ်ကိုယ်ရည် သုံးပဲဖြစ်ဖြစ် ဘယ်အတွက်သုံးသုံး လွယ်ကူ နေဖို့ အံ့ဝင်ခွင်ကျ ဖြစ်ဖို့ ဆို တစ်ခြားလိုအပ်တဲ့ အချက်အလက်တွေကို သိမ်းဖို့ **Storage** တွေ **Program** တွေအတွက် **Memory** တွေ ချိတ်ဆက်ဖို့ **Network** တွေလို စက်ပိုင်းဆိုင်ရာ ပစ္စည်းတွေ အပြင် အဲ့လို စက်ပိုင်းဆီ ဆိုင်ရာ ပစ္စည်းတွေကို ထိန်းချုပ်ဖို့ စနစ် ပိုင်းဆိုင်ရာ **Software** တွေ လူတွေ အသုံးပြုဖို့ နဲ့ လိုအင်တေ

တွေကိုဖြည့်စည်းပေးနိုင်ဖို့ User ပိုင်းဆိုင်ရာ Software တွေပါလိုပါတယ်။ ဆိုတော့ ကျွန်တော်တို့ ဒီနေ့ခေတ်အမြင်နဲ့ကြည့်ရင်တော့ အဲ့တာတွေအကုန်ပါတဲ့ စက်ပစ္စည်းကို Computer လို့ခေါ်ဝေါ်ကြပါတယ်။

### 1.3) Computer တွေမှာ အမျိုးအစားဘယ်နှခုရှိသလဲ

ကျွန်တော် သိသလောက်တော့ Analog Computer နဲ့ Digital Computer ဆိုပြီး နှစ်မျိုးရှိပါတယ်။ ဒီနေ့ခေတ်မှာတော့ Digital Computer တွေကိုပဲသုံးလာကြပါတယ်။ သူတို့နှစ်ခုအကြောင်းကို သီးသန့်ခွဲပြီး ရှင်းပြပေးပါမယ်။

#### 1.3.1) Analog Computer ဆိုတာဘာလဲ

ရှင်းအောင်ပြောရရင်တော့ Analog Computer ဆိုတာ Binary(1, 0) Input တွေအစား physical input တွေ ဥပမာ: လျှပ်စစ် အားတွေကို နဲ့ တစ်ခြား ပြင်ပမှာ ရှိတဲ့ အရာဝတ္ထု တွေကို သုံးပြီး ပြဿနာတွေကို ဖြေရှင်းပေးတာပါ။ သူတို့ကိုတော့ ဒီခေတ် modern computer တွေမှာ တွေ့ရမှာမဟုတ်တော့ပါဘူး ဘာလို့လဲဆိုတော့ သူတို့က personal usage အတွက်မကောင်းဘူး ပြင်ပမှာ ရှိတဲ့ physical input တွေကိုသုံးတဲ့အတွက် မြန်ပေမဲ့ Digital လောက် စိတ်မချရသလို မတိကျဘူး အဲ့အတွက် အရေးကြီးတဲ့ အတွက်အချက်တွေအတွက် ဆိုရင် Analog ကို သုံးလို့မရပါဘူး ။ ဒါပေမဲ့ သူ့ရဲ့ အားသာချက်တွေအရဆိုရင် သူက မြန်တယ်, အားသုံးတာလဲနည်းပါတယ်။ ဒီအားနည်းချက်အားသာချက်တွေက သူဟာ physical input အပေါ်မူတည်နေတာကြောင့်ပါ။ ဥပမာ လျှပ်စစ် ကိုပဲ physical input ယူတယ်လို့ ထားလိုက်ပါ။ ဘယ်လောက် volt ဘယ်လောက် အားပေးလဲကစပြီး တစ်ခါတစ်ခါ input ချိန်းတာနဲ့ အရင် အတိုင်းအတိအကျအဖြေပြန်ရဖို့ဆိုတာ မဖြစ်နိုင်သလောက်ကိုဖြစ်ပါတယ် အဲ့တာကြောင့်သူ့ရဲ့ အားနည်းချက် မတိကျတာက ဖြစ်လာတာပါ။ ဒါပေမဲ့ တွက်ချက်မှု တိုင်းက input အားပေးလိုက်တာနဲ့ တန်းပြီး တွက်တော့ realtime မှာ ဖြစ်တဲ့အတွက် အရမ်းမြန်ပါတယ် အဲ့တာကတော့ သူ့ရဲ့အားသာချက်ပါ။ ကမ္ဘာ့ ပထမဆုံး Computer ဖြစ်တဲ့ Analog Computer ကို 1821 မှာ သင်္ချာပညာရှင် Charles Babbage က Design ဆွဲခဲ့ပါတယ်။ သူက စက်အားအပေါ်မူတည်ပြီး Design ဆွဲခဲ့ပြီး Binary(0, 1) အစား deimal(0 9) ကိုသုံးပါတယ်။

#### 1.3.2) Digital Computer ဆိုတာဘာလဲ

Digital Computer ကတော့ Analog Computer တွေလို input ကို ပြင်ပ အရာဝတ္ထု တွေကနေယူတာမဟုတ်ပဲ Binary Number လို့ခေါ်တဲ့ 0 နဲ့ 1 ကို input အဖြစ်ယူပြီး Logic Gate တွေကိုသုံးပြီး ပေးတဲ့ အချက်အလက်တွေကို အတွက်ချက်ပြီး ပြဿနာတွေကိုဖြေရှင်းပေးတာပါ။ modern computer အကုန်လုံးလိုလိုက ဒီ Digital Computer တွေပဲ ဖြစ်ပါတယ်။

Logic Gate တွေအကြောင်းကို Cpu အပိုင်းမှာ ရှင်းပြပေးပါမယ်။ သူ့ကို ခွဲပြီးရှင်းပြရရင် အရေးကြီးတဲ့ အပိုင်းသုံးပိုင်းခွဲလို့ရတယ်။ ပထမဆုံးနဲ့ အောက်ဆုံး အပိုင်းကတော့ စက်ပစ္စည်းပိုင်း(Hardware), အဲ့ဒီ Hardware ပိုင်းမှာတော့ စောနကပြောတဲ့ တွက်ချက်တာတွေလုပ်ဖို့ Logic Gate တွေပါတဲ့ Cpu ရယ် အချက်အလက်တွေသိမ်းဖို့ HDD တို့ SSD တို့လို့ Storage device တွေရယ် Program တွေ အသုံးပြုနေစဉ် အချက်အလက်တွေသိမ်းတာနဲ့ တစ်ခြားကိစ္စ တွေလုပ်ဖို့ DDR တို့ DIMM တို့လို RAM(Random Access Memory) ရယ် IO(Input/Output) အတွက် Monitor တို့ Keyboard တို့ နဲ့ Mouse တွေအပြင် တခြား Wifi တို့ bluetooth တို့လည်း ပါဝင်ပါတယ်။ ဒုတိယအနေနဲ့ကတော့ System Software ပိုင်းပါ သူ့မှာတော့ စောနက စက်ပိုင်းဆိုင်ရာ ကိုထိန်းချုပ်ဖို့နဲ့ User ပိုင်းဆိုင်ရာ Software တွေအတွက် စက်ပိုင်းဆိုင်ရာ Hardware ကို management လုပ်ပေးရတဲ့ BIOS တို့, Kernel တို့ နဲ့ Bootloader တို့လို Software တွေပါဝင်ပါတယ်။ တတိယအနေနဲ့ကတော့ User Software ပိုင်းပါ အဲ့တာတွေကတော့ ကျွန်တော်တို့နဲ့ ရင်းနှီးပြီးသား Facebook တို့ Discord တို့နဲ့ တစ်ခြား Software တွေပါဝင်ပါတယ်။ Computer ရဲ့အလုပ်လုပ်ပုံက ကျွန်တော်တို့ လူတွေနဲ့စပ်ပါတယ်။ ကျွန်တော်တို့ ဦးကျောက်က မျက်စိ၊ နား၊ လျှာ စတဲ့ နေရာတွေကနေ အချက်အလက်တွေကိုယူ တွက်ချက်ပြီး ခြေတို့ လက်တို့ ကနေ အချက်အလက်နဲ့ သက်ဆိုင်သလို ပြန်လည် တုံ့ပြန်ပေးတဲ့အပြင်၊ လုပ်ဆောင်နေစဉ် အတွင်းလိုအပ်တဲ့အချက်အလက်တွေကို Short Term Memory ထဲမှာသိမ်းပြီး အရေးကြီးတဲ့အချက်အလက်တွေကိုတော့ Long Term Memory ထဲထည့်ပြီး နောက်သုံးလို့ရအောင်သိမ်းပါတယ်။ Computer ကလဲ အဲ့အတိုင်းပါပဲ Program တွေ Keyboard တွေနဲ့ Mouse တွေလို Input device တွေကနေ အချက်အလက်တွေယူပြီး အတွက်အချက်တွေလ လုပ်ဆောင်ပေးပြီး Monitor တို့ Printer တို့လို Output Device တွေကနေ အချက်အလက်တွေကိုပြန်ပေးတယ်။ အဲ့လိုတွက်ချက်နေတုန်းမှာ ခနတာ မှတ်စရာရှိတာတွေကို RAM ထဲမှာ ခနမှတ်ထားပြီးတော့ အရေးကြီးတဲ့ သိမ်းစရာ file တို့လို အချက်အလက်တွေကို စောနက HDD တို့ SSD တို့လို Storage device တွေထဲမှာ သိမ်းပေးပါတယ်။ ဆိုတော့အဲ့တာကိုကြည့်ရင် Computer နဲ့ လူနဲ့က တော်တော်လေးကိုတူကိုတွေ့နိုင်ပါတယ်။ တစ်ခါတစ်လေမှာ Digital Computer ဆိုတဲ့ အသုံးအနှုန်းအစား Turing Machine လို့ခေါ်လို့လဲရပါတယ်။ Turing Machine အကြောင်းကို ကိုတော့ သက်သက်ရှင်းပြပေးပါမယ်။

#### 1.4) Turing Machine နဲ့ Turing Complete ဆိုတာဘာလဲ

Turing Machine ကို 1936 မှာ UK က သင်္ချာ ပညာရှင် Alan Turing ကနေပြီးတော့ တော့ ပထမဆုံး Design ရေးဆွဲခဲ့ပါတယ်။ သူ့ Design မှာ အချက်အလက်တွေပါတဲ့ တိပ်ခွေရယ်၊ ညွှန်ကြားချက်တွေထည့်ဖို့ ကိုယ်ထည် ရယ်၊ အဲ့ဒီ ကိုယ်ထည်ထဲက ညွှန်ကြားချက်တွေအတိုင်း တိပ်ခွေပေါ်က အချက်အလက်တွေကို ဖတ်/ပြင် ဖို့ အရာတစ်ခုရယ်ပါ(ခဲတံဖြစ်ဖြစ် ဘောပင်ဖြစ်ဖြစ်လို့ပဲ

ပဲ မှတ်ကြည့်လိုက်ပါ။)။ သူ့ရဲ့ အလုပ်လုပ်ပုံကလဲ သူ့ရဲ့ Design အတိုင်းပဲ ရိုးရှင်းပါတယ်။ အဲ့ဒီ ခဲတံက တိပ်ပေါ်က အချက်အလက်ကိုဖတ်မယ် ပြီးရင် သူ့ရဲ့ ကိုယ်ထည်ထဲက ညွှန်ကြားချက်ရဲ့ ကဘယ် အခြေအနေမှာ ရှိနေလဲ အဲ့အခြေအနေမှာ ဘာညွှန်ကြားထားသလဲဆိုတာအပေါ်မူတည်ပြီးတော့ ခဲတံက တိပ်ပေါ်က အချက်အလက်ကို ပြင်ရမယ်ဆိုပြင်တယ် မဟုတ်ရင် နောက်အချက်အလက်တစ်ခုစီကိုသွားသွားပါတယ်။ Design ရော အလုပ်လုပ်ပုံရောက ရိုးရှင်းပေမဲ့ သူ့ရဲ့ စွမ်းဆောင်နိုင်စွမ်းက အတွက် အချက်(Compute) လုပ်လို့ရတဲ့ ညွှန်ကြားချက်(Algorithms) မှန်သမျှကို တွက်ဖို့ လုံလောက်တဲ့ အချိန်နဲ့ အချက်အလက်ပေးဖို့ လုံလောက်တဲ့ နေရာရှိရင် အပေါင်း အနုတ်ကစလို့ နာဇီ လျှို့ဝှက် code တွေဖောက်တာ အထိ အခုခေတ် computer တိုင်းလုပ်နိုင်တာအကုန်လုံးကိုလုပ်နိုင်စွမ်းရှိပါတယ်။ တစ်ကယ်လဲ Alan Turing နဲ့ တစ်ခြား သချ် ပညာရှင်တွေပေါင်းပြီး ဒုတိယ ကမ္ဘာစစ်မှာ နာဇီတွေရဲ့ လျှို့ဝှက် code ကို ဖောက်ဖို့ **bombe** လို့ခေါ်တဲ့ Turing Machine ကိုဆောက်ခဲ့ပြီး ဒုတိယ ကမ္ဘာစစ်ကို ခန့်မှန်း ထားတာထက် 2 နှစ်ကနေ 4 နှစ်အထိ တိုအောင်လုပ်ပေးနိုင်ခဲ့ပါတယ်။ စစ်ပွဲအပြီးမှာတော့ Alan Turing နဲ့ John von Neumann တို့ပေါင်းပြီးတော့ **The ENIAC** လို့ခေါ်တဲ့ ကမ္ဘာပထမဦးဆုံး reprogrammable ဖြစ်တဲ့ လျှပ်စစ် Computer ကို Design ဆွဲခဲ့ပါတယ် ။ နောက်တစ်ချက် အနေနဲ့ကတော့ Alan Turing ဟာ Computer တွေလူတွေလို စွမ်းဆောင်နိုင်လား ကိုစမ်းသက်ဖို့အတွက် Turing Test ကိုပါ ရေးသားခဲ့ပါတယ်။ ရှင်းရှင်းပြောရရင်တော့ AI တွေကို စမ်းဖို့အတွက် ဉာဏ်စမ်းသဘောမျိုးပါ။ ဒါ့အတွက် သူ့ကို **Father of Modern Computer and AI** ဆိုပြီး တစ်ချို့ကခေါ်ကြပါတယ်။ Turing Complete ဆိုတာကတော့ရှင်းပါတယ်၊ Turing Machine လုပ်နိုင်သမျှ လုပ်နိုင်တဲ့ အရာကိုခေါ်တာပါ။ ဥပမာဆို Minecraft ရဲ့ Red Stone တို့ complex quantum system တို့ Game Of Life တို့လိုပါ။ Minecraft ရဲ့ Red Stone နဲ့ Minecraft ပြန်ရေးလို့ရသလို Game Of Life နဲ့ AI ဆောက်လို့ရပါတယ်။ ဒါတွေအားလုံးဟာ Alan Turing နဲ့ Turing Completeness Theorem ကြောင်းပါ။ ဒါပေမဲ့ Alan Turing ဟာ သူ့ရဲ့ အတွေးခေါ်တွေပေါ် မူတည်ပြီး တိုးတက်လာမဲ့ ခေတ်ကြီးကို ကြည့်မသွားခဲ့ရရှာပါဘူး။ Alan Turing ကို 1952 မှာ UK ရဲ့ အစိုးရကနေ Gay ဖြစ်တဲ့အတွက် ဟော်မုန်းဆေးတွေအတင်းသောက်ခံခိုင်းခဲ့ရာကနေ 1954 မှာ သူ့ကိုယ်သူ အဆုံးစီရင်ခဲ့ပါတယ်။



Figure 1: Turing Machine ပုံ

## 2) Computer Hardware များအကြောင်း

### 2.1) မိတ်ဆက်

Computer Hardware ဆိုတာကတော့ Computer တစ်လုံးမှာ အလုပ်လုပ်ဆောင်ဖို့နဲ့ တစ်ခြားလိ လိုအပ်တဲ့ လုပ်ဆောင်ချက်တွေကို CPU နဲ့ တွဲပြီးလုပ်ဆောင်ပေးဖို့ ထည့်သွင်းထားတဲ့ စက်ပစ္စည်း တွေပဲဖြစ်ပါတယ်။ အဲလိုမျိုး Hardware တွေအများကြီးရှိပါတယ်။ ဒါပေမဲ့ ကျွန်တော်သိသလောက် အနည်းငယ်ကိုပဲ ထည့်ပြီးရှင်းပြပေးထားပါမယ်။

### 2.2) CPU (Central Processing Unit)

CPU ဆိုတာကတော့ Turing Machine ထဲက ခဲတံလေးလိုပါပဲ၊ သူက RAM(တိပ်)ထဲက အချက် အလက် တွေကိုဖတ်ပြီး Software(ကိုယ်ထည်) ကပေးတဲ့ ညွှန်ကြားချက်တွေအတိုင်း RAM ထဲက အချက်အလက်တွေကို ဖတ်/ပြင်ပေးတဲ့ဟာပါ။ သူက Computer Hardware တွေထဲမှာ အရေးကြီးတဲ့ တဲ့ အပိုင်းမှာပါတယ်။ ဥမာဆို လူလိုပဲ လူရဲ့ ခြေ/လက် တို့လို အစိတ်အပိုင်းတွေမပါ ရင်မကောင်းပေမဲ့ အသက်တော့ရှင်နိုင်ပါသေးတယ်။ ဒါပေမဲ့ အချက်အလက်တွေကို တွက်ချက် သိမ်းစည်းထားပေးမဲ့ ဦးကျော ကျောက် မရှိရင် အသက်မရှင်နိုင်ပါဘူး။

### 2.3) CPU မှာဘာတွေပါလဲ ဘယ်လိုအလုပ်လုပ်လဲ

Modern Computer တွေမပေါ်ခင် အရင်ထွက်ခဲ့တဲ့ The ENIAC တို့လို Computer တွေမှာ Vacuum Tube လို့ခေါ်တဲ့ မီးသီးလိုပုံစံ လျှပ်စစ် diode တွေကို သုံးခဲ့ကြပါတယ်။ Vacuum Tube တစ်ခုမှာ Anode, Grid နဲ့ Cathode ဆိုပြီး အပိုင်းသုံးပိုင်းပါပါတယ် အသေးစိတ်ကိုတော့ အောက်မှာ ရှင်းပြပေးပါမယ်။ ကျွန်တော်တို့ LED မီးတွေမပေါ်ခင်က သုံးခဲ့တဲ့ မီးသီးတွေ နဲ့ စင်ပါတယ်။ ဒါပေမဲ့ modern CPU တွေမှာ Vacuum တွေအစား သူတို့နဲ့ လုပ်ဆောင်ပုံချင်းတူတဲ့ transistor တွေကိုပဲသုံးပါတယ် ။ transistor တွေအပြင် CPU မှာ Logic Gate တွေ ယာယီမှတ်ထားဖို့ register တွေ နဲ့ နာရီပါတယ်။

Anode ကို အပေါင်းအားပေးထားတဲ့ ဝါယာနဲ့ဆက်ပြီး အဲဝါယာမှာ မီးသီးတစ်လုံးကိုလဲတင်ထားကြည့် ညှိလိုက်ပါ။ Grid ကိုလဲ အပေါင်းအားပေးထားလိုက်ပါ။ သူ့မှာ ပါတဲ့ Cathode ကို လျှပ်စစ် အားပေးလိုက်ပြီးဆိုရင် Cathode က အရမ်းပူလာပြီး electrons တွေထုတ်လွှတ်ပေးပါတယ် ။ အဲဒီ electrons တွေက အနုတ်အားဖြစ်တဲ့အတွက်ကြောင့် ဆန့်ကျင်ဖက် အားရှိတဲ့ စောနက အပေါင်းအားပေးထားတဲ့ Grid ဆီကို သွားပါတယ်။ ဒါပေမဲ့ တစ်ချို့ electrons တွေက Grid မှာ ပါတဲ့ အပေါက်တွေကနေ လွတ်ထွက်သွားပြီး အပေါင်းအားရှိတဲ့ Anode ဆီကို သွားပါတယ်။ အဲဒီမှ မှာ အပေါင်းအားနဲ့ အနုတ်အားပေါင်းပြီး လျှပ်စစ် စီးသွားကာ စောနက တင်ထားတဲ့မီးသီးလင်းလာပါလ လိမ့်မယ်။ ဒါပေမဲ့ အဲတာက Grid က အပေါင်းအားဖြစ်နေတဲ့အတွက်ကြောင့်ပါ။ ကျွန်တော်တို့က အဲဒီ

အပေါင်းအားအစား Grid ကို အနုတ်အားပေးလိုက်ရင် Cathode ကလာတဲ့ အနုတ်အား electrons တွေက အားတူတဲ့အတွက်ကြောင့် ဆန့်ကျင်ပြီး Anode ဆီကို မရောက်တဲ့အတွက်ကြောင့် မီးလည်း မလင်းတော့ပါဘူး။ အဲဒါ ကျွန်တော်တို့က မီးလင်းတာကို 1 မီးမလင်းတာကို 0 အဖြစ်ယူလိုက်ရင် 1/0 Binary ရပါပြီ။ ဒါကတော့ အရင်က Computer Cpu တွေအလုပ်လုပ်တဲ့ပုံပါ။ သူတို့က အရမ်းအာ အားသုံးလွန်းတာရယ် အရမ်းလေးတာရယ် နဲ့ တစ်ခြား အကြောင်းတွေကြောင့် သာမန် လူတွေသုံးစွဲဖို့ တတ်နိုင်ဖို့ဆိုတာမဖြစ်နိုင်ပါဘူး။ ဒီအတွက် December 23 1947 မှာ Bell Lab ကမ္ဘာပထမဦးဆုံး ဆုံး transistor ကို ထုတ်လုပ်ခဲ့ပါတယ်။ သူ့မှာ အဓိကပါဝင်တာက သဲကနေရတဲ့ silicon ရယ် ကျောက်တုံးကရတဲ့ phosphorus ရယ် boron ရယ်ပါပါတယ်။ သူ့ရဲ့ အလုပ်လုပ်ပုံက စောနက Vacuum Tube ပုံစံနဲ့အတူတူပါပဲ။ silicon ရဲ့ အပြင်အခွံမှာ(outermost shell) electron 4 လုံးပါပါတယ် ဒါပေမဲ့ နောက် 4 လုံးပါရင် အရမ်း တည်ငြိမ်(stable) ဖြစ်သွားမှာဖြစ်တဲ့အတွက်ကြောင့် silicon က သူ့ရဲ့ အနီးဆုံးမှာရှိတဲ့ တစ်ခြား silicon 4 ခုနဲ့ ထပ်ပေါင်းတဲ့အခါမှာ အရမ်း stable ဖြစ်တဲ့ crystal lattice ပုံစံ(structure) ဖြစ်သွားကျပါတယ်။ ဒါပေမဲ့ အဲလို stable ဖြစ်သွားတာကြောင့် အား(energy) အလုံအလောက်ရတဲ့ တစ်ချို့ electron တွေပဲ အဲဒီ structure ကနေထွက်ပြီး လွတ်လွတ်လပ်လပ် သွားနိုင်ပါတယ် (အိမ်ပြေးတွေ)။ ဒါပေမဲ့အဲ ထဲက silicon Atom တစ်လုံးကို စောနက ကျောက်တုံးကရတဲ့ phosphorus Atom တစ်လုံးနဲ့ လဲလှယ် လိုက်တဲ့အခါမှာ phosphorus ရဲ့ outermost shell မှာ electron 5 လုံးပါတဲ့အတွက်။ စောနကလို stable ဖြစ်တဲ့ structure ရဖို့ ပိုနေတဲ့ electron တစ်လုံးက အပြင်ကို လွတ်ထွက်သွားပြီး စောနကလို stable ဖြစ်တဲ့ structure ပြန်ဖြစ်သွားပါတယ်။ အဲကောင်ကိုတော့ **N-Type** လို့ခေါ်ပါတယ် ဘာလို့လဲဆိုတော့ silicon နဲ့ phosphorus စောနက အချိုးအတိုင်းထပ်ထည့်တဲ့ အခါ structure ကပိုကြီးလာပြီး အနုတ်အား(Negatively charged) ရှိတဲ့ electron တွေလွတ်ထွက်တာ ပိုများလာပါတယ်။ အဲဒီအတွက် အဲကောင်ကနေ အနုတ် လျှပ်စစ်အားထွက်တယ် စောနက Cathode လိုပါ။ ဒါပေမဲ့ ကျွန်တော်တို့က electron ပိုများတဲ့ phosphorus အစား 3 လုံးပဲရှိတဲ့ boron ကို ထည့်လိုက်တဲ့အခါ သူနဲ့ အနီးမှာရှိတဲ့ electron တွေကို ယူပါတော့တယ် အဲဒီမှာပဲ အပေါင်းအားရှိတဲ့ အပေါက်တွေ ကစပြီး လွတ်ထွက်ပါတော့တယ်။ သူ့ကို **P-Type** လို့ခေါ်ပါတယ် ။ N-Type အတိုင်းပဲ boron နဲ့ silicon တွေကို အချိုးအတိုင်းထပ်ထည့်တဲ့ အခါ အပေါင်းအားရှ ရှိတဲ့ အပေါက်တွေပိုများလာပါတယ်။ Grid နဲ့ နည်းနည်း ကွဲပေမဲ့ သူ့ကို အဲတိုင်းမျိုးလို့ပဲမှတ်ထားလို့ရပါတယ်။ transistor မှာ P-Type ရော N-Type ရော နှစ်မျိုးလုံးကို N-Type ကို ဘေးနှစ်ဘက် ကထား P-Type ကို အလယ်မှာထားပြီး N-Type နှစ်ခုရဲ့ဘေးမှာ လျှပ်စစ်သွားလို့ရအောင် **Source** နဲ့ **Drain** လို့ခေါ်တဲ့ ဝါယာသဘောမျိုးနဲ့ P-Type ရဲ့အပေါ်မှာ လျှပ်စစ်အားပေးဖို့အတွက် **Gate** လို့ခေါ်တဲ့ ဝါယာသဘောမျိုးပါပါတယ်။ Gate ကနေ လျှပ်စစ်မပေးခင်မှာ N-Type က electron တွေ

က P-Type မှာရှိတဲ့ အပေါက်တွေထဲရောက်သွားပြီး stable ဖြစ်ကာ နောက်ထပ် Source ကပေးတဲ့ လျှပ်စစ်အားတွေကို အားယူပေးတဲ့ Drain စီ မရောက်အောင် တားထားတဲ့ နံရံသဘောမျိုးဖြစ်လာပါတယ်။ အဲ့ကောင်ကို Depletion layer လို့လဲခေါ်ပါတယ်။ ဒါပေမဲ့ Gate ကနေ အပေါင်းအားပေးလိုက်တဲ့အခါ အဲ့ဒီ layer မှာ အပေါက်သဘောမျိုး ဖြစ်လာတဲ့အခါ အဲ့အပေါက်ကနေ electron တွေသွား Drain ကိုရောက်တဲ့အခါ လျှပ်စစ်အားကိုဖြစ်စေပါတယ်။