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 အဓိပ္ပါယ်ကပြီးပြီ
ဆိုပေမဲ့လည်း တစ်ခါတစ်လေ သူ့နောက်မှာ **Engineering** ပါလာတတ်ပါတယ်။ တစ်ကယ်လည်း ပါသင့်တယ်လို့ထင်ပါတယ်။ ဘာလို့လဲဆိုတော့ Engineering ဆိုတာက Science က လေ့လာလို့ရလာတဲ့ အချက်အလက်တွေကို သုံးပြီး အပြင်လောကရဲ့ ပြဿနာတွေကို ဖြေရှင်းတဲ့ နယ်ပယ်ပါ။ ဆိုတော့ အတိုခေါက် ချုံ့ရရင် **Computer Science Engineering** ဆိုတာ user ရဲ့ ညွှန်ကြားချက်တွေအတိုင်း အတိအကျ လုပ်ဆောင်ပေးတဲ့ စက်ပစ္စည်းကိုလေ့လာပြီး ပြင်ပ ကမ္ဘာက ပြဿနာတွေကို ဖြေရှင်းပေးရတဲ့ နယ်ပယ် လို့အဓိပ္ပါယ်ရပါတယ်။

1.2) Computer ဆိုတာဘာလဲ

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

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

1.3) Computer တွေမှာ အမျိုးအစားဘယ်နှစ်ခုရှိသလဲ

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 အားတွေတို့ နဲ့ တစ်ခြား ပြင်ပမှာ ရှိတဲ့ အရာဝတ္ထု တွေကိုကို သုံးပြီး ပြဿနာတွေကို ဖြေရှင်းပေးတာပါ။ သူတို့ကိုတော့ ဒီခေတ် modern computer တွေမှမှာ 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 အားပေပေးလဲကစပြီး 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 စက်အားအပေါ်မှပဲ မူတည်ပြီး Design ဆွဲခဲ့ပြီး Binary(0, 1) အစား deimal(0 9) ကိုသုံးပပါတယ်။

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 ပြဿနာတွေကိုဖြေရှင်းပေးတတာပါ။ 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 တို့လို Storage device တွေရယ် Program တွေ အသုံးပြုနေစဉ် အချက်အလက်တွေသိမ်းတာနဲ့ တစ်ခြားကိစ္စ တွေလုပ်ဖို့ DDR တို့ DIMM တို့လိုလို 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 လူတွေနဲ့စင်ပါတယ်။ ကျွန်တော်တို့ ဦးနှောက်က မျက်စိ၊ နား၊ လျှာ စတဲ့ နေရာတွေကနေ အချက်အလက်တွေကိုယူ တွက်ချက်ပြီး ခြေတို့ လက်တို့ ကနေ အချက်အလက်နဲ့ သက်ဆိုင်သလိုပြန်လည် 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 အတွက်အချက်တွေလုပ်ဆောင်ပေးပြီး Monitor တို့ Printer တို့လို Output Device တွေကနေ အချက်အလက်တွေတွေကိုပြန်ပေးတယ်။ အဲ့လိုတွက်ချက်နေတုန်းမှာ ခနတာ မှတ်စရာရှိတာတွေကို RAM ထဲမှာ ခနမှတ်ထားထားပြီးတော့ 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 အကြောင်းကိုကိုတော့ သက်သက်ရှင်းပြပေးပါမယ်။

1.4) Turing Machine နဲ့ Turing Complete ဆိုတာဘာလဲ

Turing Machine ကို 1936 မှာ UK က သင်္ချာ ပညာရှင် Alan Turing ကနေပြီးတောတော့ ပထမဆုံး Design ရေးဆွဲခဲ့ပါတယ်။ သူ့ Design မှာ အချက်အလက်တွေပါတဲ့ တိပ်ခွေခွေရယ်၊ ညွှန်ကြားချက်တွေထည့်ဖို့ ကိုယ်ထည် ရယ်၊ အဲ့ဒီ ကိုယ်ထည်ထဲက ညွှန်ကြားချက်တွေအတိုင် တိပ်ခွေပေါ်က အချက်အလက်တွေကို ဖတ်/ပြင် ဖို့ အရာတစ်ခုရယ်ပါ(ခဲတံဖြစ်ဖြစ် ဘောပင်ဖြစ်ဖြစ်လို့ပ

ပဲ မှတ်ကြည့်လိုက်ပါ။)။ သူ့ရဲ့ အလုပ်လုပ်ပုံကလဲ သူ့ရဲ့ Design အတိုင်းပဲ ရိုးရှင်းပါတယ်။ အဲ့ဒီ ခဲတံက တိပ်ပေါ်က အချက်အလက်ကိုဖတ်မယ် ပြီးရင် သူ့ရဲ့ ကိုယ်ထည်ထဲက ညွှန်ကြားချက်ရဲ့ ကဘယ်အခြေအနေမှာ ရှိနေလဲ အဲ့အခြေအနေမှာ ဘာညွှန်ကြားထားသလဲဆိုတာအပေါ်မူတည်ပြီးတော့ ခဲတံက တိပ်ပေါ်က အချက်အလက်ကို ပြင်ရမယ်ဆိုပြင်တယ် မဟုတ်ရင် နောက်အချက်အလက်တစ်ခုစီကိုသွာသွားပါတယ်။ Design ရော အလုပ်လုပ်ပုံရောက ရိုးရှင်းပေမဲ့ သူ့ရဲ့ စွမ်းဆောင်နိုင်စွမ်းက အတွက်အချက်(Compute) လုပ်လို့ရတဲ့ ညွှန်ကြားချက်(Algorithms) မှန်သမျှကို တွက်ဖို့ လုံလောက်တဲ့ အချိန်နဲ့ အချက်အလက်ပေးဖို့ လုံလောက်တဲ့ နေရာရှိရင် အပေါင်း အနုတ်ကစလို့ နာဇီ လျှို့ဝှက် code တွေဖေါက်တာ အထိ အခုခေတ် computer တိုင်းလုပ်နိုင်တာအကုန်လုံးကိုလုပ်နိုင်စွမ်းရှိပါတယ်။ တစ်ကယ်လဲ Alan Turing နဲ့ တစ်ခြား သချာ် ပညာရှင်တွေပေါင်းပြီး ဒုတိယ ကမ္ဘာစစ်မှာ နာဇီတွေရဲရဲ့ 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** လို့ခေါ်တဲတဲ့ ကမ္ဘာပထမဦးဆုံး reprogrammable ဖြစ်တဲ့ လျှပ်စစ် Computer ကို Design ဆွဲခဲ့ပါတယ် ။ နောက်တစ်ချက် အနေနဲ့ကတော့ Alan Turing ဟာ Computer တွေလူတွေလို စွမ်းဆောင်နိနိုင်လား 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 ဟော်မုန်းဆေးတွေအတင်းသောက်ခိုင်းခဲ့ရာကနေ 1954 မှာ သူ့ကိုယ်သူ အဆုံးစီရင်ခဲ့ပါတယ်။

Figure 1: Turing Machine ပုံ

2) Computer Hardware များအကြောင်း

2.1) မိတ်ဆက်

Computer Hardware ဆိုတာကတော့ Computer တစ်လုံးမှာ အလုပ်လုပ်ဆောင်ဖို့နဲ့ တစ်ခြားလိုလိုအပ်တဲ့ လုပ်ဆောင်ချက်တွေကို CPU နဲ့ တွဲပြီးလုပ်ဆောင်ပေးဖို့ ထည့်သွင်းထားတဲ့ စက်ပစ္စည်းတွေပဲဖြစ်ပါတယ်။ အဲ့လိုမျိုး Hardware တွေအများကြီးရှိပါတယ်။ ဒါပေမဲ့ ကျွန်တော်သိသလောက်အနည်းငယ်ကိုပဲ ထည့်ပြီးရှင်းပြပေးထားပါမယ်။

2.2) CPU (Central Processing Unit)

CPU ဆိုတာကတော့ Turing Machine ထဲက ခဲတံလေးလိုပါပဲ၊ သူက RAM(တိပ်)ထဲက အချက်အလက် တွေကိုဖတ်ပြီး Software(ကိုယ်ထည်) ကပေးတဲ့ ညွှန်ကြားချက်တွေအတိုင်း RAM ထဲကအချက်အလက်တွေကို ဖတ်/ပြင်ပေးတဲ့ဟာပါ။ သူက Computer Hardware တွေထဲမှာ အရေးကြီးတဲ့တဲ့ အပိုင်းမှာပါတယ်။ ဥမာဆို လူလိုပဲ လူရဲ့ ခြေ/လက် တို့လို အစိတ်အပိုင်းတွေမပါ ရင်မကောင်းပေမဲ့အသက်တော့ရှင်နိုင်ပါသေးတယ်။ ဒါပေမဲ့ အချက်အလက်တွေကို တွက်ချက် သိမ်းစည်းထားပေးမဲ့ ဦးကျောကျောက် မရှိရင် အသက်မရှင်နိုင်ပါဘူး။

2.2.1) 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 ရှင်းပြပေပေးပါမယ်။ 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 နဲ့နာရီပါပါတယ်။

2.2.2) Vacuum တွေကဘယ်လိုအလုပ်လုပ်လဲ

Anode ကို အပေါင်းအားပေးထားတဲ့ ဝါယာနဲ့ဆက်ပြီး အဲ့ဝါယာမှာ မီးသီးတစ်လုံးကိုလဲတင်ထားကြည့်လိုက်ပါ။ Grid ကိုလဲ အပေါင်းအားပေးထားလိုက်ပါ။ သူ့မှာ ပါတဲ့ Cathode ကို လျှပ်စစ်အားပေးလိုက်ပြီးဆိုရင် Cathode က အရမ်းပူလာပြီး electrons တွေထုတ်လွှတ်ပေးပါတယ်။ အဲ့ဒီ electrons တွေက အနုတ်အားဖြစ်တဲ့အတွက်ကြောင့် ဆန့်ကျင်ဖက် အားရှိတဲ့ စောနကအပေါင်းအားပေးထားတဲ့ Grid ဆီကို သွားပါတယ်။ ဒါပေမဲ့ တစ်ချို့ electrons တွေက Grid မှာပါတဲ့ အပေါက်တွေကနေ လွတ်ထွက်သွားပြီး အပေါင်းအားရှိတဲ့ Anode ဆီကို သွားပါတယ်။ အဲ့ဒီမှာအပေါင်းအားနဲ့ အနုတ်အားပေါင်းပြီး လျှပ်စစ် စီးသွားကာ စောနက တင်ထားတဲ့မီးသီးလင်းလာပါလိမ့်မယ်။

ဒါပေမဲ့ အဲ့တာက Grid က အပေါင်းအားဖြစ်နေတဲ့အတွက်ကြောင့်ပါ။ ကျွန်တော်တို့က အဲ့ဒီအပေါင်းအား အစား Grid ကို အနုတ်အားပေးလိုက်ရင် Cathode ကလာတဲ့ အနုတ်အား electrons တွေက အားတူတဲ့အတွက်ကြောင့် ဆန့်ကျင်ပြီး Anode ဆီကို မရောက်တဲ့အတွက်ကြောင့် မီးလည်းမလင်းတော့ပ ပါဘူး။ အဲ့မှာ ကျွန်တော်တို့က မီးလင်းတာကို 1 မီးမလင်းတာကို 0 အဖြစ်ယူလိုက်ရင် 1/0 Binary ရပါပြီ။ ဒါကတော့ အရင်က Computer Cpu တွေအလုပ်လုပ်တဲ့ပုံပါ။

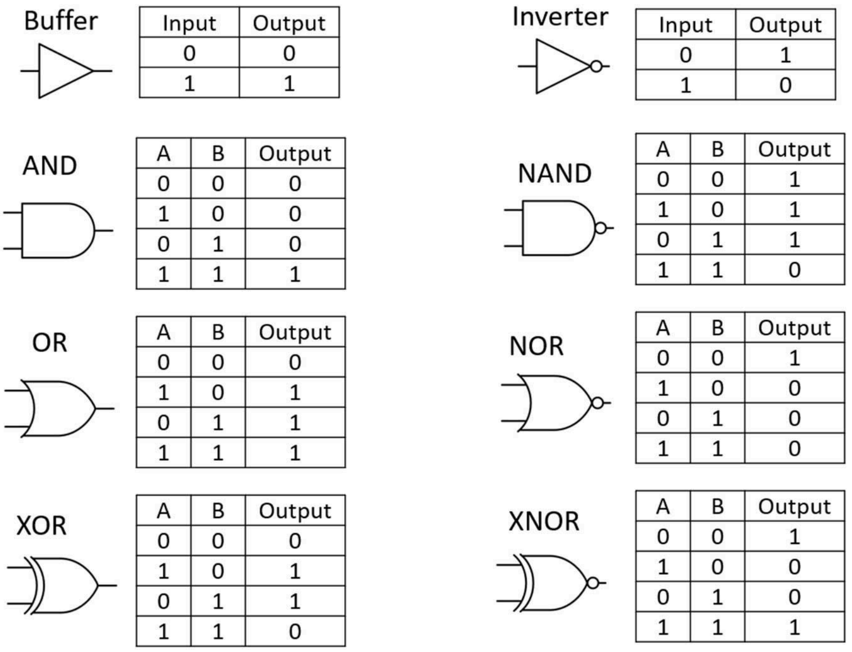
2.2.3) Transistor တွေ ကဘာတွေလဲ ဘယ်လိုအလုပ်လုပ်လဲ

Vacuum Tube တွေက အရမ်းအားသုံးလွန်းတာရယ် အရမ်းလေးတာရယ် နဲ့ တစ်ခြား အကြောင်းတေ တွေကြောင့် သာမာန် လူတွေသုံးစွဲဖို့ တတ်နိုင်ဖို့ဆိုတာမဖြစ်နိုင်ပါဘူး။ ဒီအတွက် December 23 1947 မှာ Bell Lab ကမ္ဘာပထမဦးဆုံး transistor ကို ထုတ်လုပ်ခဲ့ပါတယ်။ သူ့မှာ အဓိကပါဝင်တာ က 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 အဲ့လို stable ဖြစ်သွားတာကြောင့် အား(energy) အလုံအလောက် ရတဲ့ တစ်ချို့ electron တွေပဲ အဲ့ဒီ structure ကနေထွက်ပြီး လွတ်လွတ်လပ်လပ် သွားနိုင်ပါ တယ် (အိမ်ပြေးတွေ)။ ဒါပေမဲ့အဲ့ ထဲက silicon Atom တစ်လုံးကို စောနက ကျောက်တုံးကရတဲ့ phosphorus Atom တစ်လုံးနဲ့ လဲလိုက်တဲ့အခါမှာ phosphorus ရဲ့ outermost shell မှာ electron 5 လုံးပါတဲ့အတွက်။ စောနကလို stable ဖြစ်တဲ့ structure ရဖို့ ပိုနေတဲ့ electron တစ်လုံးက အပြင်ကို လွတ်ထွက်သွားပြီး စောနကလို stable ဖြစ်တဲ့ structure ပြန်ဖြစ်သွားပါ တယ်။ အဲ့ကောင်ကိုတော့ **N-Type** လို့ခေါ်ပါတယ် ဘာလို့လဲဆိုတော့ silicon နဲ့ phosphorus စောနက အချိုးအတိုင်းထပ်ထည့်တဲ့ အခါ structure ကပိုကြီးလာပြီး အနုတ်အား(Negatively charged) ရှိတဲ့ electron တွေလွတ်ထွက်တာ ပိုများလာပါတယ်။ အဲ့ဒီအတွက် အဲ့ကောင်ကနေ အနုတ် လျှပ်စစ်အားထွက်တယ် စောနက Cathode လိုပါ။ ဒါပေမဲ့ ကျွန်တော်တို့က electron ပိုများတဲ့ phosphorus အစား 3 လုံးပဲရှိတဲ့ boron ကို ထည့်လိုက်တဲ့အခါ သူနဲ့ အနီးမှာရှိတဲ့ electron တွေကို ယူပါတော့တယ် အဲ့ဒီမှာပဲ အပေါင်းအားရှိတဲ့ အပေါက်တွေ ကစပြီး လွတ်ထွက်ပ ပါတော့တယ်။ သူ့ကို **P-Type** လို့ခေါ်ပါတယ်။ N-Type အတိုင်းပဲ boron နဲ့ silicon တွေကို အချိုးအတိုင်းထပ်ထည့်တဲ့ အခါ အပေါင်းအားရှိတဲ့ အပေါက်တွေပိုများလာပါတယ်။ Grid နဲ့ နည်းနည်း ကွဲပေမဲ့ သူ့ကို အဲ့တိုင်းမျိုးလို့ပဲမှတ်ထားလို့ရပါတယ်။ transistor မှာ P-Type ရော N-Type ရော နှစ်မျိုးလုံးကို N-Type ကို ဘေးနှစ်ဘက်ကထား P-Type ကို အလယ်မှာထားပြီး N-Type နှစ်ခ

ခုရဲ့ဘေးမှာ လျှပ်စစ်သွားလို့ရအောင် **Source** နဲ့ **Drain** လို့ခေါ်တဲ့ ဝါယာသဘောမျိုးနဲ့ P-Type ရဲ့ အပေါ်မှာ လျှပ်စစ်အားပေးဖို့အတွက် **Gate** လို့ခေါ်တဲ့ ဝါယာသဘောမျိုးပါပါတယ်။ Gate ကနေ လျှပ်စစ်မပေးခင်မှာ N-Type က electron တွေက 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 အပေါက်သဘောမျိုးမျိုး ဖြစ်လာတဲ့အခါ အဲ့အပေါက်ကနေ electron တွေသွား Drain ကိုရောက်တဲ့အခါ လျှပ်စစ်အားကိုကိုဖြစ်စေပါတယ်။

2.2.4) Logic Gates ဆိုတာဘာလဲ

Logic Gates တွေမှာ အဓိကအနေနဲ့ **NOT** Gate, **AND** Gate နဲ့ **OR** Gate ဆိုပြီး သုံးခုရှိပါတယ်။ နောက်ထပ်အများကြီးထပ်ရှိပါသေးတယ်။ ဒါပေမဲ့ ဒီသုံးခုကိုပဲ ရှင်းပြပေးထားပါမယ်။ Logic Gate အကြောင်းရှင်းအောင်ပြောရရင်တော့ Transistor နဲ့ Resistor တွေကို နေရာအလိုက်ပေပေါင်းပြီး တစ်ခုရဲ့ output ကို တစ်ခုက input အနေနဲ့ ယူပြီး အလုပ်လုပ်တယ်လို့မှတ်ထားလို့ရတယ် ။ AND Gate က input current နှစ်ခုလုံး 1 အပေါင်းအား ဖြစ်နေမှ 1 အပေါင်း output အဖြစ်ပြန်ထွက်ပေးပါတယ်။ တစ်ခုက အနုတ်အားဖြစ်နေတာတို့ နှစ်ခုလုံးက အနုတ်အားဖြစ်နေတာတို့ ဆိုရင် အနုတ်အားပဲပြန်ထွက်ပေးပါတယ်။ AND ကို လုပ်ကြည့်ချင်ရင် ပထမဆုံး Transistor နှစ်ခု A,B ကိုယူ A ရဲ့ Source နဲ့ Gate ကို အားပေးဖို့အတွက် ဝါယာတစ်ခုနဲ့ချိတ် A Drain ကိုတော့ B ရဲ့ Source နဲ့ ချိတ် B ရဲ့ Gate ကို အားပေးဖို့ ဝါယာနဲ့ချိတ်။ ရလဒ်ထွက်မဲ့ B ရဲ့ Drain ကိုတော့ မီးသီးဖြစ်ဖြစ် တစ်ခုခုနဲ့ ချိတ်ကြည့်ထားလိုက်။ A ရဲ့ Source ကို အားပေးလိုက်ပြီး A နဲ့ B ရဲ့ Gate ကို အားမပေးဘဲ နေရင် မီးသီး လုံးဝလင်းလာမှာ မဟုတ်ဘူး ဘာလို့လဲဆိုတဲ့ နှစ်ခုလုံးက 0 ဖြစ်နေတဲ့ အတွက်ကြောင့် လျှပ်စစ်က A ကနေ B ကိုမသွားနိုင်ဘူး။ ဒါဆို A ရဲ့ Gate ကိုပဲ အားပေးရရင်ရမလား ။ လုံးဝလင်းလာမှာမဟုတ်ပြန်ပါဘူး ဘာလို့လဲဆိုတော့ A က 1 ဖြစ်ပြီး B က 0 ဖြစ်နေလို့ပါ။ A က အားထုတ်ပေးတယ်။ B မှာလည်း အားဝင်ပေမဲ့ B ကပြန်မထွက်တဲ့အခါမလင်းပြန်ပါဘူး။ အဲ့လိုပဲ B က 1 ဖြစ်ပြီး A က 0 ဖြစ်နေရင်လဲ A ကအားက B ကိုမရောက်တဲ့အတွက်ကြောင့် လင်းမှာမဟုတ်ပါဘူး။ နှစ်ခုလုံး 1 ဖြစ်နေမှသာ A နဲ့ B က နှစ်ခုလုံး အားပြန်ထုတ်ပေးနိုင်လို့လင်းမှာပါ။ OR ဆိုတာကတော့ A ဒါမှမဟုတ် B က အပေါင်းဖြစ်ရင် လျှပ်စစ်ထွက်ပေးတာပါ။ Not ကတော့ ပြောင်းပြန်ပြန်ပေးတာပါ လျှပ်စစ် input ပေးနေရင် သူက ဘာ output မှ ထုတ်မပေးပါဘူး။ input မပေးရင်တော့ output ပေးပါတယ်။ ဥပမာ ပေးရရင်တော့ AND Gate ဆိုတာ နှစ်ဖက်အပြန်အလှန်ရှိတဲ့ချစ်ခြင်း၊ OR Gate က တစ်ဖက်သက်ချစ်ခြင်း။ Not Gate က ကန့်လန့်တိုက်ချစ်ခြင်းပါ။



Buffer

Input	Output
0	0
1	1

Inverter

Input	Output
0	1
1	0

AND

A	B	Output
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

NAND

A	B	Output
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

OR

A	B	Output
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

NOR

A	B	Output
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

XOR

A	B	Output
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

XNOR

A	B	Output
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	1

Figure 2: Logic Gates တစ်ချို့

2.2.5) **CPU** တွေဘယ်လိုအလုပ်လုပ်လဲ **Clock Speed** ဆိုတာဘာလဲ

ကျွန်တော်တို့ အစ က CPU တွေက Memory ထဲက Data တွေကို Read Write လုပ်ပြီး အလုပ်လုပ်တာနဲ့ Logic Gate တွေက ဘယ်လိုအလုပ်လုပ်လဲလုပ်လဲ ပြောခဲ့ပြီးပါပြီ။ ဒီတစ်ခါမှတော့ တော့ သူတို့နှစ်ခုပေါင်းပြီး ဘယ်လိုအလုပ်လုပ်တာလဲဆိုတာပြောပြပါမယ်။ CPU မှာ Fetch-Decode-Execute လို့ခေါ်တဲ့ FDE ကိုလုပ်ဆောင်ပေးပါတယ်။ စစချင်းမှာ CPU က Program ကပြောထားတဲ့ Memory ရဲ့ အစ ကိုသွားပြီး အဲ့ဒီ Memory Address ကို Fetch လုပ်ကာ သူ့ရဲ့ register ထဲမှ မှာ ခနသိမ်းပေးထားပါတယ်။ သိမ်းပြီး သွားတဲ့နောက် Decode အဆင့်ကျ စောနက register ထဲက Memory Address သွားပြီး အဲ့ဒီ Address ထဲမှာ သိမ်းထားတဲ့ Value ဒါမှမဟုတ် လုပ်ဆောင်ရမဲ့ နောက်ထပ် အချက်အလက် ကိုယူပါတယ်။ Execute အဆင့်မှာတော့ အဲ့ဒီနောက်ဆုံး သိမ်းထားတဲ့ register ထဲက အချက်အလက် ဒါမှမဟုတ် ညွှန်ကြားချက်ကို လုပ်ဆောင်ပေးပါတယ်။ အဲ့ကောင်ကိုပ ပဲ Memory Address တစ်ခုချင်းစီ တိုးပြီး လုပ်ဆောင်ပေးသွားတာပါ။ အဲ့ဒါမျိုးကို CPU Clocking ဖြစ်တယ်လို့ခေါ်ပါတယ်။ အဲ့ကောင်တွေက Cpu ထဲမှာ တစ်စက္ကန့်ကို Billion နဲ့ချီပြီးဖြစ်နေတာပါ။ အဲ့ကောင်ကို Hz တို့ GHz တို့လို unit တွေနဲ့တိုင်းပါတယ်။ CPU Clock Rate များလေလေ CPU ကမြန်မြန် တွက်ချက်ပေးနိုင်လေပါပဲ။

2.3) **Motherboard** ဆိုတာဘာလဲ

Motherboard ဆိုတာဘာရယ်မဟုတ်ပါဘူး ကျွန်တော်တို့ မြင်ဖူးနေကျ လျှပ်စစ်ပစ္စည်းတွေမှာ ပါနေက ကျ စိမ်းစိမ်းအပြားကြီး PCB(Printed Circuit Board) အကြီးစား သဘောမျိုးကို Computer

မှာလိုအပ်တဲ့ Hardware တွေချိတ်ဆက်ဖို့အတွက် သီးသန့်ပြင်ဆင်ထားတဲ့ဟာပါ။ သူ့ရဲ့ အဓိကအလုပ်ကတော့ Hardware တွေတစ်ခုနဲ့တစ်ခုကို ချိတ်စက်ပြီး ထိန်းချုပ်ဖို့ပါ။ သူက အချက်အလက်တွေကိုကို မြန်မြန်ဆန်ဆန် လိုတဲ့ Display တို့ Gpu တို့နဲ့ DRAM တို့လိုကောင်တွေကို CPU နဲ့တစ်ခါတည်း ချိတ်ဆက်ပေးပါတယ်။ နောက်ထပ် CPU နဲ့ တစ်ခါတည်း ချိတ်ထားတဲ့ကောင်ကတော့ Chipset ပါ (North Bridge နဲ့ South Bridge လို့ခွဲပြီးတော့လဲပါတတ်ပါတယ်။) သူက အရမ်းမြန်ဖို့မလိုတဲ့ USB device တို့ Storage တို့နဲ့ Speaker တို့တွေ နဲ့ ချိတ်ပေးထားပါတယ်။

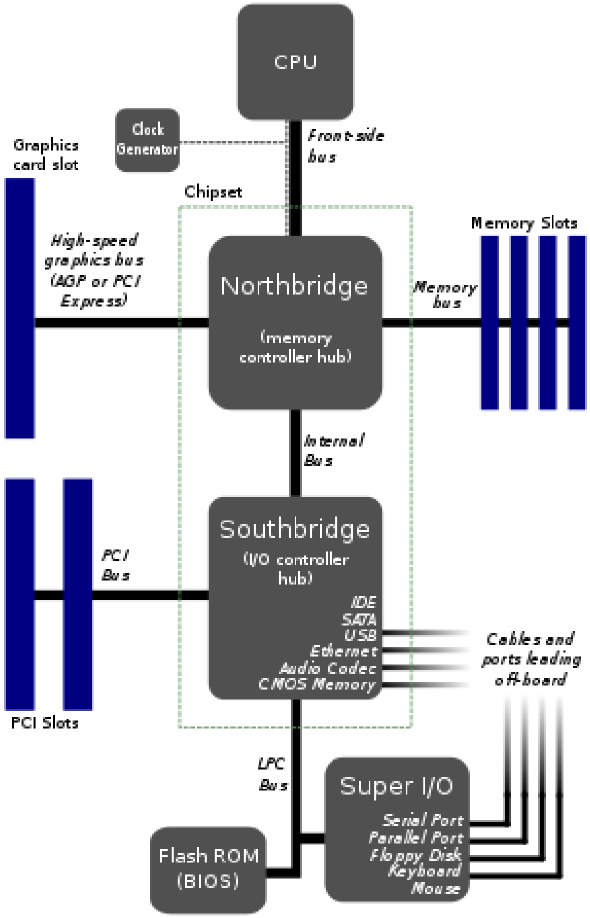


Figure 3: Mother Board Circuit ချိတ်ဆက်ပုံအချို့

2.4) RAM (Random Access Memory)

သူကတော့ အများစုနဲ့ ရင်းနှီးပြီးသားဖြစ်မှာပါ။ သူ့ကိုတော့ CPU တွက်ချက်နေတဲ့အချိန်အတွင်း အချက်အလက်တွေ ပေးဖို့ နဲ့ ခနတာသိမ်းစည်းဖို့အတွက် အဓိကသုံးပါတယ်။ CPU က ဘယ်ကလာတဲ့ Data ပဲဖြစ်ဖြစ် SSD တို့ HDD တို့ကနေလာတဲ့ Data ဆိုရင်တောင် RAM ထဲမှာ ထည့်ပြီးမှ process လုပ်ပေးလို့ရတာပါ။ အဲ့တာကြောင့် သူ့ကို Working Memory လို့လဲခေါ်ပါသေးတယ်။ ဒါဆို ဘာလို့ compute လုပ်တဲ့အခါ SSD တို့လို ကောင်တွေမသုံးပဲ RAM ကိုပဲသုံးတာလဲ။ အဖြေကတော့ရှင်းပါတယ် မြန်လို့ပါ နည်းနည်း တင်မြန်တာမဟုတ် ပါဘူး။ အဆပေါင်း 3000 ကျော်လောက်ကိုမြန်ပါတယ်။ ဘာလို လို့လဲဆိုတော့ HDD မှာဆို data read/write က လည်နေတဲ့ CD ပေါ်က သံလိုက်စွမ်းအားအတိုင်း လုပ်ဆောင်ပေးတာဖြစ်တဲ့အတွက် အရမ်းနှေးပါတယ်။ SSD က HDD ထက်ဆိုအများကြီးပိုမြန်ပေမဲ့ သူကလဲ 3D ပုံစံ Trillion တွေနဲ့ချီပြီး Memory Cell တွေနဲ့ Terabytes နဲ့ ချီတဲ့ Data တွေကို သိမ်းထားပေးနိုင်ပေမဲ့။ rw(read/write) speed မှာကျ 30 50 microseconds လောက်ကြကြာပါတယ်။ ဒါပေမဲ့ Ram ကကျ 2D array ပုံစံ Billion နဲ့ ချီတဲ့ Memory Cell တွေနဲ့ဖြစ်တတာကြောင့် Gb နည်းနည်းလောက်ပဲ ထည့်ထားနိုင်ပေမဲ့ rw speed မှာကျ 1 nanosecond ပဲကြကြာပါတယ်။ အဆပေါင်း 3000 တောင်ကွာပါတယ်။ ဒါကြောင့် RAM ကိုပဲသုံးတာပါ။