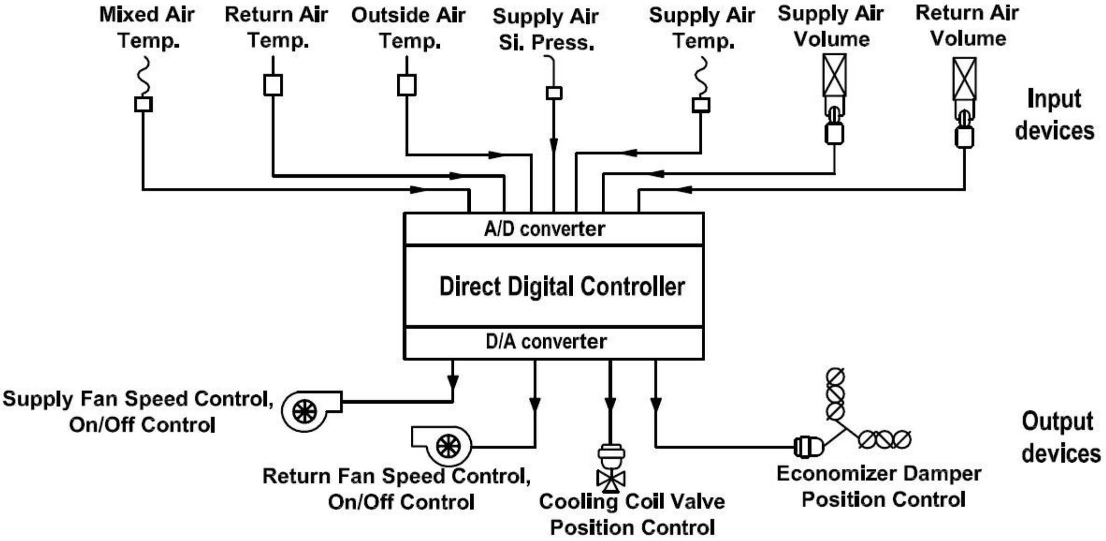
Chapter-6 Direct Digital Controllers (DDC)

၆.၁ Basic Feature of DDC Hardware Component

Direct Digital Controller (DDC) များသည် microprocessor ကို အခြေခံ၍ တည်ဆောက်ထားသည့် controller များဖြစ်ကြပြီး ထည့်ထားသည့် program များအတိုင်း physical process များကို control လုပ်နိုင်သည်။ DDC များတွင် hardware ၊ software နှင့် firmware တို့ ပါဝင်သည်။ DDC များ သည် standalone controller များဖြစ်ပြီး အလိုရှိသည့် control task ကို ပြင်ပမှ တစ်စုံတစ်ယောက်၏ ကြီးကြပ်ခိုင်းစေမှု(supervision) မပါဘဲ လုပ်ကိုင်ဆောင်ရွက် ပေးနိုင်သည်။



ပုံ ၆-၁ Microprocessor based Direct Digital Controller(DDC)

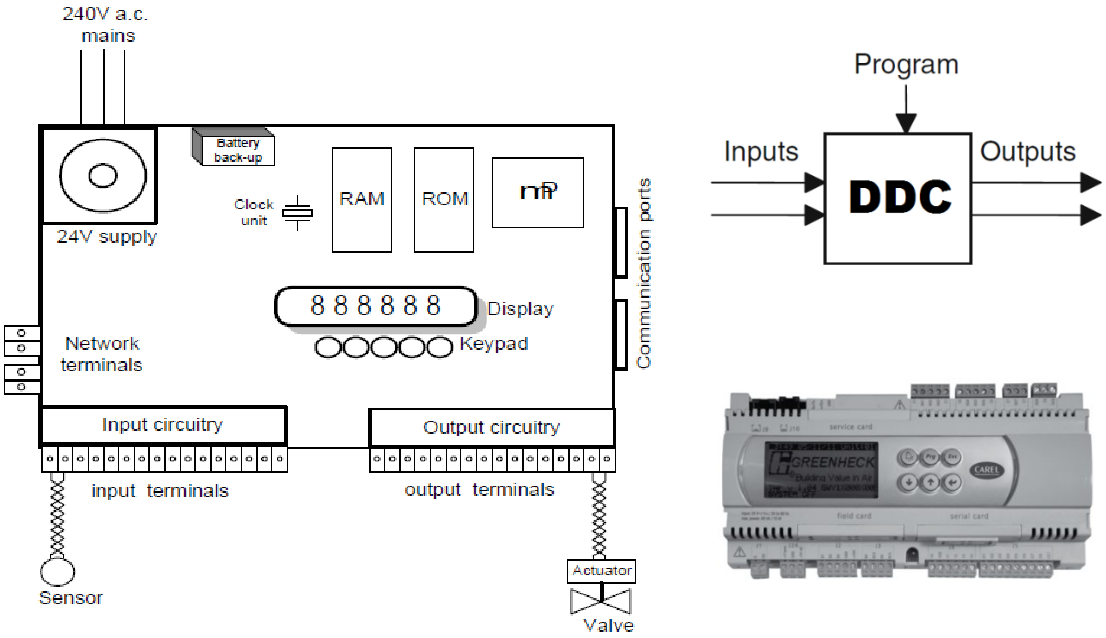
DDC များသည် အမျိုးမျိုးသော control task များကို တပြိုင်နက် ဆောင်ရွက်နိုင်သည့်အပြင် data များ ပေးပို့ခြင်း၊ ရယူခြင်းစသည့် networking capability များ ပိုင်ဆိုင်သည်။ တစ်နည်းအားဖြင့် networking လုပ်နိုင်စွမ်း ရှိသည်။ ပုံ(၆-၁) သည် DDC တစ်ခုနှင့် တွဲ၍ ချိတ်ဆက်နိုင်သည့် sensor(input device)များနှင့် controlled device (output device) များကို ဖော်ပြထားသည်။

DDC တစ်ခုတွင် communication လုပ်နိုင်သည့် interface များစွာ ပါရှိသည်။

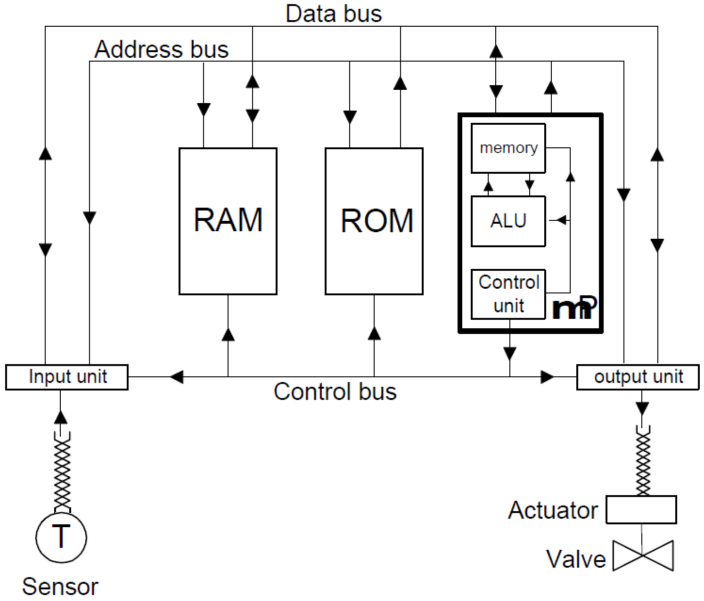
(က) A modem(modem port)

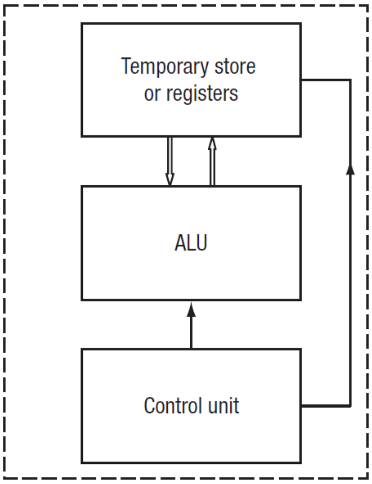
(ခ) A Local Area Network(LAN) terminals

(ဂ) Other operator interface devices, e.g., serial communications port for connecting it to a portable PC for local programming and re-configuration.



ပုံ ၆-၂ Direct Digital Controller (DDC) communication interface





ပုံ ၆-၃ Block diagram of Direct Digital Controller ပုံ ၆-၄ Microprocessor

DDC များ တစ်ခုနှင့် တစ်ခု သို့မဟုတ် network အတွင်းရှိ node များ တစ်ခုနှင့်တစ်ခု အပြန်အလှန် ဆက်သွယ်(communicate) နိုင်ရန် DDC တိုင်းတွင် သီးခြားနံပါတ်များ(unique number) သတ်မှတ်ထားသည်။ ထိုနံပါတ်များကို address ဟု ခေါ်သည်။

Microprocessor သည် Direct Digital Controller (DDC) များ၏ အခြေခံကျသော အစိတ်အပိုင်း ဖြစ်သည်။ Microprocessor သည် အလွန်သေးငယ်သည့် micro-electronic chip ဖြစ်သည်။ စီလီကွန်(silicon) ဖြင့် ပြုလုပ်ထားသည့် large- scale integrated (LSI) circuit ဖြစ်သည်။ Microprocessor သည် Direct Digital Controller (DDC) ၏ ဦးနှောက် (brains) ဖြစ်သည်။

Microprocessor တွင် အဓိက အစိတ်အပိုင်းများစွာ ပါဝင်သည်။

(က) Micro-electronic chip

(ခ) A program memory

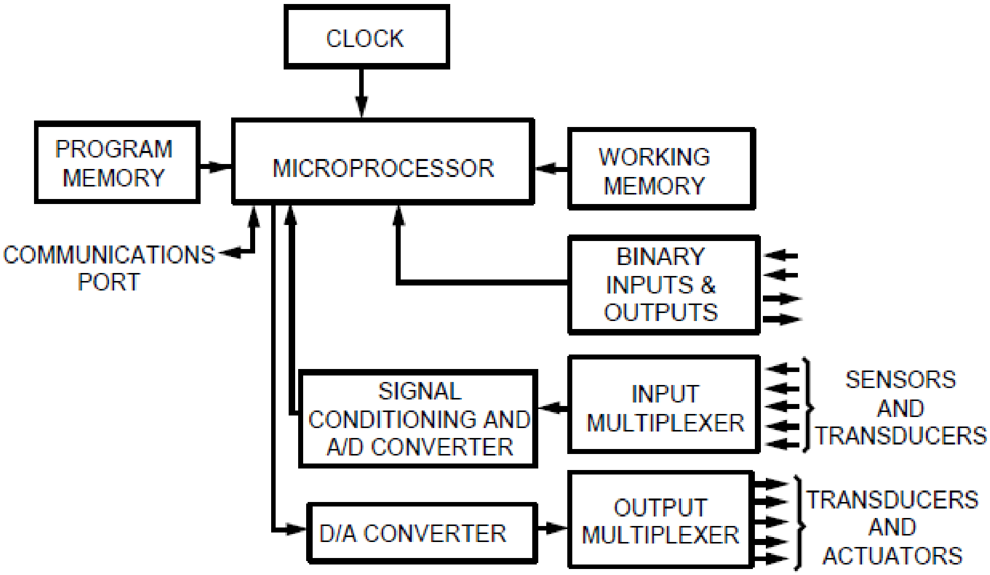
(ဂ) A working memory

(ဃ) Input/Output module

(င) A clock or timing devices နှင့်

(စ) Arithmetic Logic Unit (ALU) တို့ ဖြစ်သည်။

Arithmetic Logic Unit (ALU)သည် ပေါင်း၊နှုတ်၊မြှောက်၊စား စသည့် တွက်ချက်မှုများ အပြင် logical decision များကိုလည်း ပြုလုပ်ပေးသည်။ Control unit သည် microprocessor ဆောင်ရွက်ရမည့် လုပ်ငန်းများ၊ သက်ဆိုင်ရာ အီလက်ထရောနစ်ချပ်(စ်)(electronic chip)များ နှင့် memory တို့က ဆောင်ရွက်ရမည့် လုပ်ငန်းများကို ထိန်းချုပ်(control) ပေးသည်။ ထို့အပြင် program ထဲတွင် ရေးထားသည့် ညွှန်ကြားချက်များ (instructions)ကို အဓိပ္ပာယ်ဖွင့်ဆို၍ ခိုင်းထားသည့် control function များကို ဆောင်ရွက်ပေးသည်။ Temporary memory သည် memory အငယ်စားတစ်မျိုး ဖြစ်သည်။



ပုံ ၆-၅ Microprocessor controller configuration for automatic control applications.

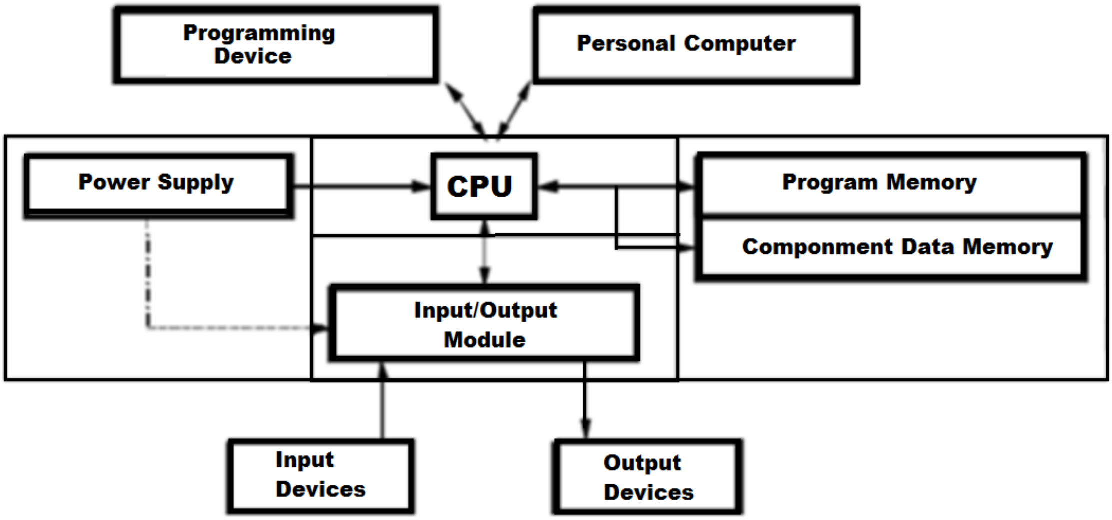
၆.၁.၁ DDC Power Supply

DDC များ အလုပ်လုပ်ရန်အတွက် 24 V power supply ပေးရန် လိုအပ်သည်။ ထို 24V power supply ကို သုံး၍ sensor များကို drive လုပ်ခြင်း၊ output control circuitry များကို အလုပ်လုပ်စေသည်။ DDC အတွင်းရှိ micro electronic circuit များကို low voltage dc supply ဖြင့် အလုပ်လုပ်စေသည်။ ပုံမှန်အားဖြင့် 5Vdc ဖြစ်သည်။

DDC ကို ပေးထားသည့် power supply ကို ပြတ်တောက်လိုက်သည့်အခါ DDC အတွင်းရှိ memory များအတွက် backup battery မှ power ထုတ်ပေးသည်။ ထို backsup battery power supply မရှိ လျှင် DDC

RAM အတွင်းရှိ control program များ ပျက်သွားလိမ့်မည်။ ထို့ကြောင့် backup battery သည် စိတ်ချရပြီး (reliable) သက်တမ်းရှည်ရမည်။ Power ပြန်မရခင် အချိန်အတွင်း လုံလောက်သည့် power ကို ထုတ်ပေးနိုင်ရမည်။

အချို့သော DDC များတွင် re-confugration လုပ်ရန်နှင့် information များကို ဖော်ပြရန်အတွက် keypad နှင့် display များ ပါရှိသည်။



ပုံ ၆-၆ Controller

၆.၁.၂ Microprocessor (CPU)

CPU များသည် Dual-In-Line (DIL) package များဖြစ်ကြသည်။ 16 pin သို့မဟုတ် 64 pin ဖြစ်သည်။ CPU များတွင် control unit ၊ CPU memory Arithmetic Logic Unit (ALU) ၊ CPU clock unit ၊ DDC clock ၊ adddress and data bus ၊ DDC RAM နှင့် ROM တို့ ပါဝင်သည်။

(၁) Control Unit

Control unit သည် microprocessor ALU နှင့် memory chip ကဲ့သို့သော အခြား chip များ၏ operationကို control လုပ်ပေးသည်။ Micro computer ၏ function များကို ညှိနှိုင်း(co-ondinate) ပေးသည်။ Program မှ ညွှန်ကြားချက်(instruction)များကို control function ဖြစ်အောင် ဆောင်ရွက်(execute) ပေးသည်။

(၂) CPU memory

CPU memory သည် resister ပေါင်းများစွာဖြင့် ဆောက်လုပ်ထားသည့် memory အငယ်စား ကလေးဖြစ်ပြီး sensor data ၊ point name စသည့် information များကို သိမ်းဆည်းထားပေးသည်။ ALU နှင့် control unit တို့ အလုပ်လုပ်ရန် လိုအပ်သည့် program instruction များကိုလည်း သိမ်းဆည်း ထားပေးသည်။

(၃) Arithmetic and Logic Unit(ALU)

Arithmetic and Logic Unit(ALU) သည် ပေါင်းခြင်း(addition)၊ မြှောက်ခြင်း(multiplication) စသည့် တွက်ချက်မှု(calculation) များကို ပြုလုပ်ပေးသည်။ ရွေးချယ်ခြင်း(selection)၊ ကြီးစဉ်ငယ်လိုက် စဉ်ခြင်း(sorting) နှင့် နှိုင်းယှဉ်ခြင်း(comparing) စသည့် logical decision–marking process များကို ပြုလုပ်ပေးသည်။ Sensor နှင့် tranducer များ စသည့် input device မှ data များကို ALU process ပြုလုပ်ပေးပြီး control output command ကို ထုတ်ပေးသည်။

(၄) CPU Clock Unit (Timer Interval)

Quartz crystal မှ ထွက်လာသည့် pulse များကို control unit များဆီသို့ ပေးပို့ပြီး အချိန်အဖြစ် သုံးရန် နှင့် microprocess ၏ operation များ synchronize ဖြစ်ရန်အတွက် ပေးပို့သည်။

Clock unit speed သည် processor cycle time အရှည်အတို သတ်မှတ်ပေးသည်။ Machine cycle time ဟုလည်း ခေါ်သည်။ Program instruction များ ဆောင်ရွက်(execute) လုပ်ရန် basic speed လည်း ဖြစ်သည်။

(၅)DDC Clock

DDC clock သည် CPU clock unit မဟုတ်ပါ။ DDC clock သည် real time clock ဖြစ်ပြီး CPU clock က မောင်းပေးထားခြင်း ဖြစ်သည်။ CPU clock သည် နေ့၊ ရက်စွဲ၊ အချိန် စသည်တို့ကို မှတ်ထားပေးသည်။ ထို့ကြောင့် DDC သည် building equipment များဖြစ်သော fan ၊ pump တို့ကို schedule များ၊ time program များအတိုင်း အလုပ်လုပ်စေသည်။ ဥပမာ- DDC clock ကို plant တွင် automatic switching လုပ်ရန်အတွက် timer အဖြစ် အသုံးပြုသည်။ ဥပမာ- ညဘက်တွင် မီး(ligh) များကို မှိတ်ပေးခြင်း၊ holiday တွင် equipment များကို ရပ်နားစေခြင်း တို့ဖြစ်သည်။

(၆) Address and Data Buses

DDC အတွင်းရှိ microprocessor နှင့် တခြား chip များ အကြားတွင် connection ဖြစ်စေရန် address bus နှင့် data bus များက ဆောင်ရွက်ပေးသည်။ DDC memory အတွင်း၌ သိမ်းထားမည့် data များနှင့် program instruction များကို မည်သည့်နေရာတွင် သိမ်းရမည် ဆိုသည့် နေရာ adddress ကိုပါ စီမံပေးရသည်။ ဥပမာ- sensor တိုင်းအတွက် ကိုယ်ပိုင် address ရှိရသည့် အပြင် memory set ပေါ်တွင် သိမ်းဆည်းရန် နေရာ(storage area)လည်း သတ်မှတ်ပေးရသည်။

(၁) Data bus များကို DDC chip အတွင်း data များ transfer လုပ်ရန် အသုံးပြုသည်။

(၂) Address bus သည် memory ပေါ်တွင် data များ သိမ်းထားသည့်နေရာကို ညွှန်ပြရန် သို့မဟုတ် prpgram instruction များ သိမ်းထားသည့်နေရာကို ညွှန်ပြရန်အတွက် အသုံးပြုသည်။

(၇) DDC RAM and ROM

DDC RAM နှင့် ROM တို့သည် CPU memory ထက် ပိုကြီးမားသည်။ သို့သော် CPU memory လောက်မြန်အောင် အလုပ်မလုပ်နိုင်ပေ။

Random Access Memory(RAM)

Random Access Memory(RAM) ကို data များ ခဏ သိမ်းဆည်းရန် (temporary storage) အတွက် အသုံးပြုသည်။ ဥပမာ - DDC application program များ၊ configuration information များနှင့် computational result များကို ခဏ သိမ်းဆည်းခြင်း ဖြစ်သည်။ မှတ်ထားခြင်း ဖြစ်သည်။ RAM ပေါ်တွင် မှတ်ထားသည့် information များကို application software ဟုခေါ်သည်။ ထို software ကို programmer များက ပြောင်းပစ်နိုင်သည်။

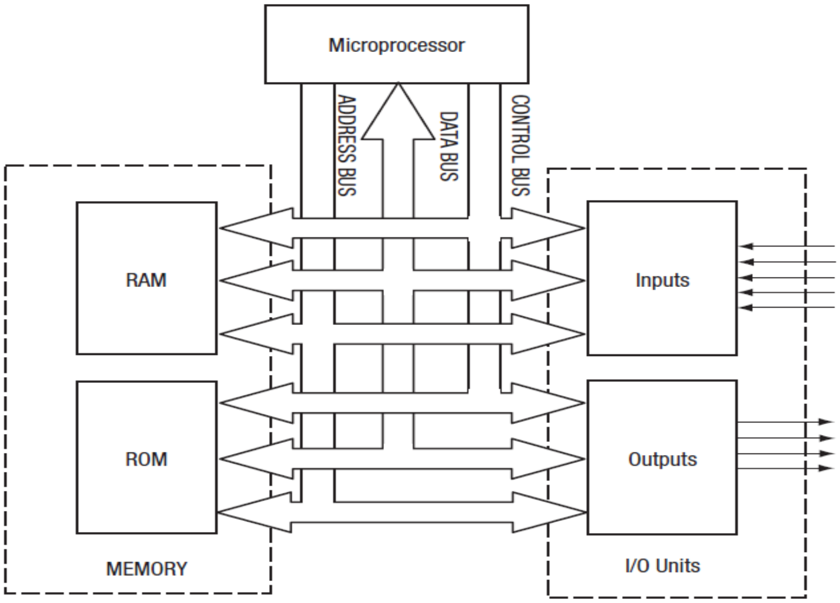
Read Only Memory(ROM)

DDC အတွက် standard control program များကို ROM ပေါ်တွင် သိမ်းထားသည်။ Standard control program များမှာ time schedule ၊ On/Off control နှင့် PID တန်ဖိုးများ ဖြစ်သည်။ ROM ပေါ်တွင် routines ကို သိမ်းထားပြီး RAM ပေါ်တွင် application software နှင့် configuration information များကို သိမ်းထားသည်။ Application program run ရန်လိုအပ်သည့် information များဖြစ်သည်။

ROM ပေါ်တွင်ရှိသည့် control routines သို့မဟုတ် program များကို firmware ဟုခေါ်သည်။ ထို firmware များကို programmer များက ပြုပြင်ခြင်း ပြောင်းလဲခြင်း ပြုလုပ်ရန် မရနိုင်ပေ။

၆.၁.၃ Microcomputer Structure and Buses

Microcomputer သို့မဟုတ် Digital Controller (DDC) ၏ အဓိက ကြသော အစိတ် အပိုင်းများ(main essential components) နှင့် အပြန်အလှန် ဆက်စပ်နေပုံ(interconnections)ကို ပုံ(၆-၇) တွင် ဖော်ပြထားသည်။



ပုံ ၆-၇ Microcomputer principal architecture.

DDC တွင် အစိတ်အပိုင်း သုံးခုပါဝင်ပါသည်။ Microprocessor (CPU) ၊ memory နှင့် input and output (I/O) units တို့ဖြစ်သည်။

Data ၊ instructions နှင့် address signal transmission စသည့် operation များအားလုံးသည် data bus ၊ address bus နှင့် control bus သုံးမျိုးဖြင့် အလုပ်လုပ်ကြသည်။

ပုံ (၆-၈) တွင် DDC ၏ microprocessor chip သည် memory unit ၊ input နှင့် output units တို့ဖြင့် မည်ကဲ့သို့ ချိတ်ဆက်ထားသည်ကို ဖော်ပြထားသည်။ Unit များ အားလုံးတွင် microelectronic chip တစ်ခုစီ ရှိကြသည်။ Bus ဆိုသည်မှာ ဝါယာကြိုးအစု(parallel wires) ဖြစ်သည်။

Data bus ဆိုသည်မှာ chip တစ်ခုနှင့် တစ်ခုအကြားတွင် data များ ကူးပြောင်းစေရန် အတွက် သုံးသည့် ဝါယာကြိုးအစု(parallel wires) ဖြစ်သည်။
ဥပမာ input unit မှ အပူချိန်တန်ဖိုး ကို memory ဆီသို့ data bus မှ တစ်ဆင့် ပေးပို့ခြင်း (transferring) ဖြစ်သည်။

Address bus သည် data များ သိမ်းဆည်းရန်အတွက် နေရာ(memory or register) သို့မဟုတ် program instruction များ သိမ်းဆည်းရန်အတွက် နေရာ(memory or register)ကို သတ်မှတ်ပေးခြင်း (နေရာချပေးခြင်း) ဖြစ်သည်။ ဥပမာ telephone number သို့မဟုတ် IP address တို့ ဖြစ်သည်။

Data များကို သိမ်းဆည်းထားနိုင်ပြီး bus နှင့် ဆက်သွယ်ထားသည့် memory unit တိုင်း၌ address ရှိရန် လိုအပ်သည်။ Address (A) မှ data များကို address (B)သို့ ပေးပို့ ကူးပြောင်းပေးရန်အတွက် အောက်ပါ အဆင့်များ လုပ်ဆောင်ရန် လိုသည်။

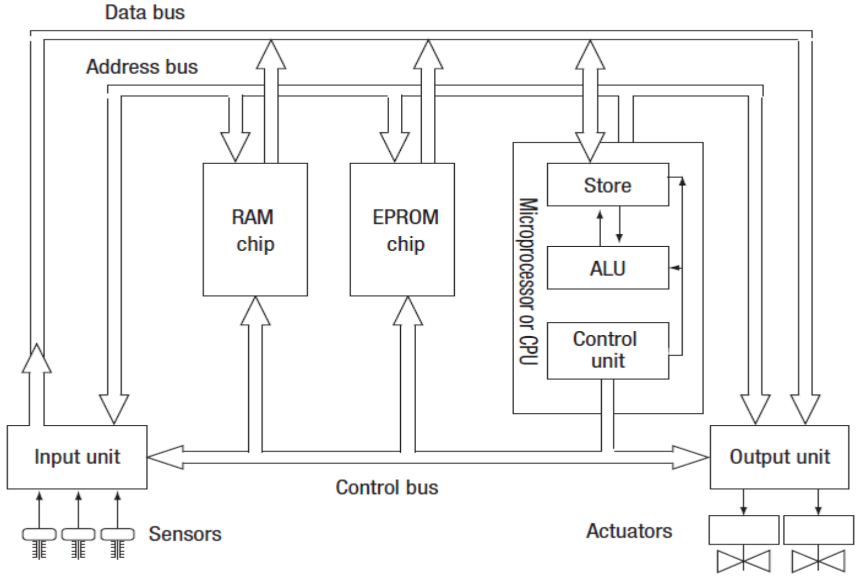
(၁) Microprocessor သည် address A ကို address bus ပေါ်သို့ တင်(locate)ပေးသည်။

(၂) Control unit သည် control bus မှ တဆင့် address A ပေါ်ရှိ data ကို ဖတ်ယူစေရန် data bus ကို အမိန့်(signal) ပေးသည်။

(၃) Microprocessor သည် address B ကို address bus ပေါ်သို့ တင်(locate)ပေးသည်။

(၄) Control unit သည် control bus မှ တဆင့် data bus ပေါ်ရှိ data ကို address A သို့ ရေးသား (write)ရန် data bus ကို အမိန့်(signal) ပေးသည်။

အထက်ပါလုပ်ဆောင်ချက် လေးမျိုးသည် အလွန်လျင်မြန်စွာ ဆောင်ရွက်သည်။



ပုံ ၆-၈ Architecture of DDC controller

၆.၁.၄ Memory Size

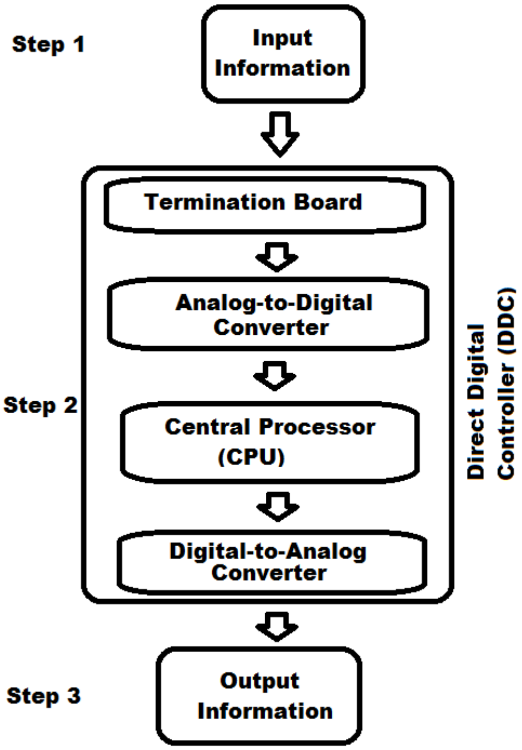
Data နှင့် program instruction များကို memory chip များ ပေါ်တွင် သိမ်းဆည်း ထားသည်။ Microprocessor တွင် အလွန်လျင်မြန်စွာ အလုပ်လုပ်နိုင်ပြီး ယာယီ သိမ်းဆည်းထားနိုင်သည့် memory ပါရှိသည်။ Memory chip နှစ်မျိုး ရှိသည်။ Read Only Memory (ROM) နှင့် Random Access Memory(RAM) တို့ဖြစ်သည်။ 16- bit address bus သည် address locations 216 ကို စီမံနိုင်သည်။ 16- bit microprocessor chips ၊ 32- bit and 64- bit chips စသည့် chip များကို အသုံးပြုကြသည်။

ROM chip သည် data သို့မဟုတ် instruction များကို ပေးပို့ခြင်းသာ ဆောင်ရွက်နိုင်သည်။ I/O ports သို့မဟုတ် တခြားသော chip များမှ data များကို လက်ခံနိုင်ခြင်း၊ သိမ်းဆည်းထားနိုင်ခြင်း မပြုလုပ်နိုင်ပေ။

ROM chip ပေါ်၌ ထုတ်လုပ်စဉ်က စက်ရုံမှ ရေးသား သိမ်းဆည်းထားသည့် program နှင့် data များကို user များ ပြုပြင်ပြောင်းလဲရန် မဖြစ်နိုင်ပေ။ ROM chip ပေါ်၌ program နှင့် data များကို အသေ(permanent) ရေးသား သိမ်းဆည်းထားသောကြောင့် လျှပ်စစ်ဓာတ်အား ပျက်တောက်သည့်(power failure) အခါတွင် မပျက်စီးနိုင်ပေ။

ROM chip ပေါ်၌ သိမ်းဆည်းထားသည့် standard control function များ၊ schedule ၊ on/off control နှင့် Proportional-Integral- Derivative (PID) function များ ဖြစ်ကြသည်။

သို့သော် Erasable and re-Programmable ROMs (EPROMs) ကဲ့သို့သော chip များကို အသုံးပြုထားလျှင် လိုသလို ပြုပြင်ပြောင်းလဲခြင်း ပြုလုပ်နိုင်သည်။



Memory အရွယ်အစားသည် bus structure တွင်သုံးထားသည့် bit အရေအတွက် ပမာဏ ဖြစ်သည်။ 16 bit address bus သည် address ပေါင်း 216 ခုကို စီမံပေးနိုင်သည်။ စီစဉ်ပေးနိုင်သည်။

RAM နှင့် ROM chip များ တစ်ခုချင်းစီသည် 8 Kb(Kilobyte) ပမာဏ အထိ သိမ်း ဆည်း နိုင်သည်။ 1 kilobyte သည် 1024 byte နှင့် ညီမျှသည်။ DDC ၏ ဈေးနှုန်း သက်သာစေရန် အလွန်များသည့် memory များကို ထည့်ပေးလေ့မရှိပေ။

ထို့ကြောင့် DDC သိမ်းဆည်းနိုင်သည့် data ပမာဏ အကန့်အသတ် ရှိသည်။ Input အရေအတွက်၊ output အရေအတွက် နှင့် programming များ လုပ်နိုင်ရုံသာ ရှိသည်။

ပုံ ၆-၉ Information path: Digital Controller

ဥပမာ- DDC တစ်ခုသည် temperature sensor(၈)ခုနှင့် ချိတ်ဆက်ထားသည်။ (၁)မိနစ် တစ်ကြိမ် ဖတ်ယူရရှိသည့် data များကို DDC ထဲတွင် သိမ်းဆည်းသည်။ Sensor တစ်ခုမှ ဖတ်ယူရသည့် တန်ဖိုး (reading)သည် 1 byte memory သုံးရန် လိုအပ်သည်။ DDC ပေါ်တွင် 4 Kbyte RAM ရှိလျှင် အချိန် မည်မျှကြာအောင် DDC ပေါ်တွင် temperature sensor(၈)ခုမှ တန်ဖိုးများ(values) ကို သိမ်းဆည်း ထားနိုင် မည်နည်း။(Memory ပေါ်မှ data များကို download လုပ်ယူခြင်း၊ overwrite ပြုလုပ်ခြင်း မလုပ်ဟု ယူဆပါ။) ပုံ(၆-၂) သည် DDC controller ၏ input terminal တွင် temperature sensor တစ်ခုဖြင့် ချိတ် ဆက်ထားပြီး DDC controller output ၌ actuator တစ်ခုကို ချိတ်ဆက်ထားသည်။ ပုံမှန်အားဖြင့် DDC controller တစ်ခုတွင် input channel များစွာပါရှိပြီး၊ output channel များစွာ ပါရှိသည်။ ထို့ကြောင့် DDC controller တစ်ခုဖြင့် sensor များ(input terminal) နှင့် controlled device များ(output terminal) ချိတ်ဆက်နိုင်သည်။

၆.၂ Input and Output Points

Direct Digital Controller ကို DDC ဟု အတိုခေါက် ခေါ်ကြသည်။ DDC များသည် microprocessor များကို အခြေခံ၍ တည်ဆောက်ထားသော controller များ ဖြစ်ကြသည်။ Personal computer များတွင် ပါရှိသည့် processor များကဲ့သို့ အလုပ်လုပ်သည်။ ထို DDC controller ၏ memory ထဲတွင် control logic ဟုခေါ်သည့် instruction များ ထည့်ထားပေး ရသည်။ DDC များသည် ထို instruction များအတိုင်း control action များကို ဆောင်ရွက်ပေးသည်။ Control လုပ်ပေးသည်။ စနစ်တကျ ရေးထားသည့် instruction များကို program ဟု ခေါ်သည်။

၆.၂.၁ DDC Input/Output Unit Interface

DDC တစ်ခု၏ input နှင့် output နှင့် သက်ဆိုင်သည့် အပိုင်း(section)တွင် operation amplifier များ၊ A/D နှင့် D/A converter များ စသည့် electronic chip များ ပါဝင်သည်။ ထို chip များကို Printed Circuit Board(PCB) ပေါ်တွင် mount လုပ်ထားသည်။

Sensor များကို DDC controller မှ input terminal ပေါ်ရှိ input channel များနှင့် ဝါယာကြိုးဖြင့် ဆက်သွယ်ထားသည်။ Control device (actuator) များကို DDC မှ output terminal ပေါ်မှ output channel များနှင့် ဝါယာကြိုးဖြင့် ဆက်သွယ်ပေးသည်။

DDC input unit ကို အောက်ပါ function များ ဆောင်ရွက်ရန် configure လုပ်နိုင်သည်။

(က) Sensor များ၊ transducer များ၊ မီတာ(meter) များ စသည်တို့မှ တိုင်းထားသည့် တန်ဖိုးများ (measured variable)ကို DDC ၏ input unit မှ input signal အဖြစ် လက်ခံရရှိသည်။

(ခ) Input signal များကို လိုအပ်လျှင် amplification လုပ်ခြင်း၊ filtering လုပ်ခြင်းစသည့် signal conditioning များ ပြုလုပ်ပေးသည်။

(ဂ) DDC input unit သည် ဝင်လာသည့် input analogue signal ကို digital signal အဖြစ်သို့ A/D converter ကို သုံး၍ ပြောင်းပေးသည်။

(ဃ) Volt free contact (static switch)မှ ရရှိသည့် On/off state signal ကို device ၏ status သို့မဟုတ် alarm အဖြစ် ဖော်ပြသည်။

DDC output unit သည် computation result နှင့် logical operation များကို အခြေခံ၍ အောက်ပါ function များကို ဆောင်ရွက်ပေးသည်။

(က) Controlled device ၏ status ပြောင်းသွားစေရန် digital signal တစ်ခုကို ထုတ်ပေးသည်။

(ခ) Output device ကို တစ်ဖြည်းဖြည်း ပြောင်းလဲစေရန်(incremental basis) အချိန်ကာလတို တစ်ခုအတွင်း pulse များစွာ ထုတ်ပေးသည်။

(ဂ) Output device(valve/damper)၏ သတ်မှတ်ထားသော position အတိုင်း ဖွင့်ရန်၊ ပိတ်ရန်အတွက် DDC မှ digital signal ကို D/A converter ကိုသုံး၍ analogue အဖြစ်သို့ ပြောင်းပေးသည်။

၆.၂.၂ DDC I/O Point Types (Data Points)

DDC data point များကို input point နှင့် output point ဟူ၍ နှစ်မျိုးနှစ်စား ခွဲခြားနိုင်သည်။

(က) **Input points**

Sensing device များဖြစ်သည့် sensor နှင့် transducer များမှ data များကို လက်ခံရရှိသောကြောင့် input point ဟု သတ်မှတ်ခေါ်ဆိုခြင်း ဖြစ်သည်။ DDC သည် ထိုလက်ခံရရှိသည့် data များကို အခြေခံ၍ တွက်ချက်မှုများ၊ control လုပ်ငန်းကို လုပ်ကိုင်ဆောင်ရွက်သည်။

(၁) **Digital Inputs (DI)**

Status monitoring လုပ်ရန်အတွက် အသုံးပြုသည့် two-state input signal ကို Digital Inputs (DI) ဟုခေါ်သည်။

ဥပမာ- fan on/off status, high/low temperature, alarm on/off စသည်တို့ ဖြစ်သည်။

- Switch dry contact (open/closed)
- Smoke detectors
- Airflow
- Water
- Differential pressure
- Power (on/off status)
- High/low limit switch (on/off)
- Freeze alarm

(၂) Analogue Input (AI)

AI သည် sensor သို့မဟုတ် transmitter ဆီမှ လက်ခံရရှိသည့် continuous signal ဖြစ်သည်။ Temperature ၊ pressure ၊ humidity စသည့် physical variable များ၏ တန်ဖိုးများကို ကိုယ်စားပြုသည့် (ညီမျှသည့်) continuous signal ဖြစ်သည်။

AI input များကို active နှင့် passive အမျိုးစား(type) ဟူ၍ နှစ်မျိုးရှိသည်။

Active AI များသည် voltage သို့မဟုတ် current signal input တို့ဖြစ်သည်။

Passive AI များသည် Resistance Temperature Detectors (RTD) ဆီမှ ရရှိသည့် လျှပ်စစ်ခုခံအား (resistance) ဖြစ်သည်။

အောက်ပါတို့သည် active analogue input signal များဖြစ်ကြသည်။

- 0 to10V (0 to 5V)
- 4 to 20mA (0 to 20mA)

Analogue Input (AI) point များကို ဥပမာ နှင့် တကွ ဖော်ပြထားသည်။

- Resistance Temperature Detectors
- Temperature Thermistors
- Temperature Transmitters
- Pressure
- Humidity
- Flow (water, air)
- Voltage
- Current
- Air quality (CO2, O2, etc.)
- Air quantity (CFM)

(၃) **Pulsed Input (PI)**

Physical variable များကို engineering unit တစ်ခုခုဖြင့် ဖော်ပြရန်အတွက် ထိုတန်ဖိုးဖြင့် ညီမျှသည့် accumulated pulse များသည် Pulsed Input (PI) ဖြစ်သည်။

ဥပမာ - 10 pulses သည် 1 kWh နှင့် ညီမျှသည်။ pulses ရေတွက်၍ (၁၀)ခုပြည့်တိုင်း စွမ်းအင် 1 kWh သုံးစွဲပြီးဖြစ်သည်ဟု သိနိုင်သည်။

(ခ) **Output points:**

Output point များသည် control signal အသွင်ဖြင့် ဖော်ပြသည့် အမိန့်များ(commands) ဖြစ်ကြသည်။

(၁) **Digital Output (DO):**

DO သည် contact သို့မဟုတ် switch ၏ relay coil ကို energizing လုပ်ခြင်း သို့မဟုတ် de-energizing လုပ်ခြင်း တို့ကိုဆောင်ရွက်ပေးသည်။

အောက်ပါတို့သည် Digital Output(DO) များ ဖြစ်ကြသည်။

- On/off (driven from a logic variable)
- On/off (driven from a numeric variable)
- Duration Adjusted Type (DAT) (driven from a numeric variable)
- Position Adjust Type (PAT, incremental control)
- Start/Stop (S/S) (driven from a logic variable)
- Pulse (driven from a logic variable).

ဥပမာ

- Relays
- Two-position actuators
- Indicator lights
- Two-position solenoid valves

(၂) **Analogue Output (AO)**

AO သည် controlled device တစ်မျိုးမျိုးကို ခိုင်းစေရန်အတွက် CPU မှ ထုတ်ပေးသည့် software command ဖြစ်သည်။ ထို command ကို continuous၊ variable voltage or current control signals အသွင်သို့ပြောင်း၍ controlled device ဆီသို့ထုတ်ပေးသည်။ ဥပမာ- damper နှင့် valve actuators ၊ variable speed drives ၊ flow rate စသည်တို့ဖြစ်သည်။

အောက်ပါတို့သည် Analogue output signals များ ဖြစ်ကြသည်။

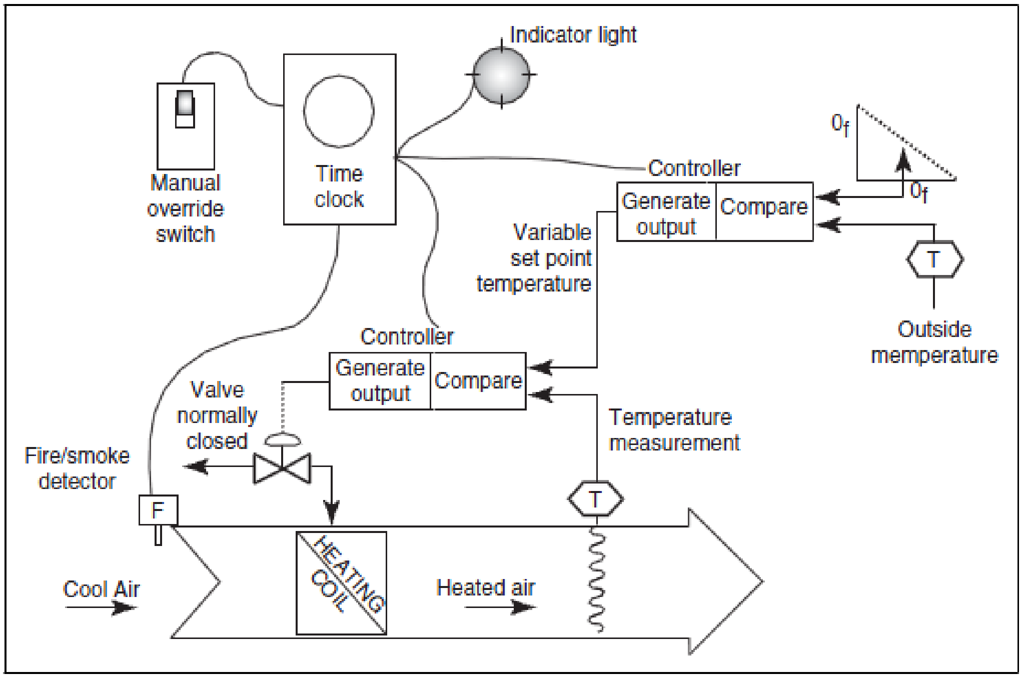
- 0 to10V (0 to 5V)
- 4 to 20mA (0 to 20mA)

ဥပမာ

- Damper actuators
- Modulating valves for Chilled water
- Modulating valves for Heating coil
- Inlet guide vanes
- Variable frequency drives

Table 2. Sample Control Points Classified

Control point:	Classified as:
Smoke detector (dry contact switch)	DI
Outside air temperature	AI
Bypass valve	AO
Start/Stop relays	DO
Chilled water supply temperature	AI
Static (Duct) pressure	AI
Freeze alarm	DI
Damper actuator	AO



ပုံ ၆-၁၀ Air Heater with Outdoor Reset

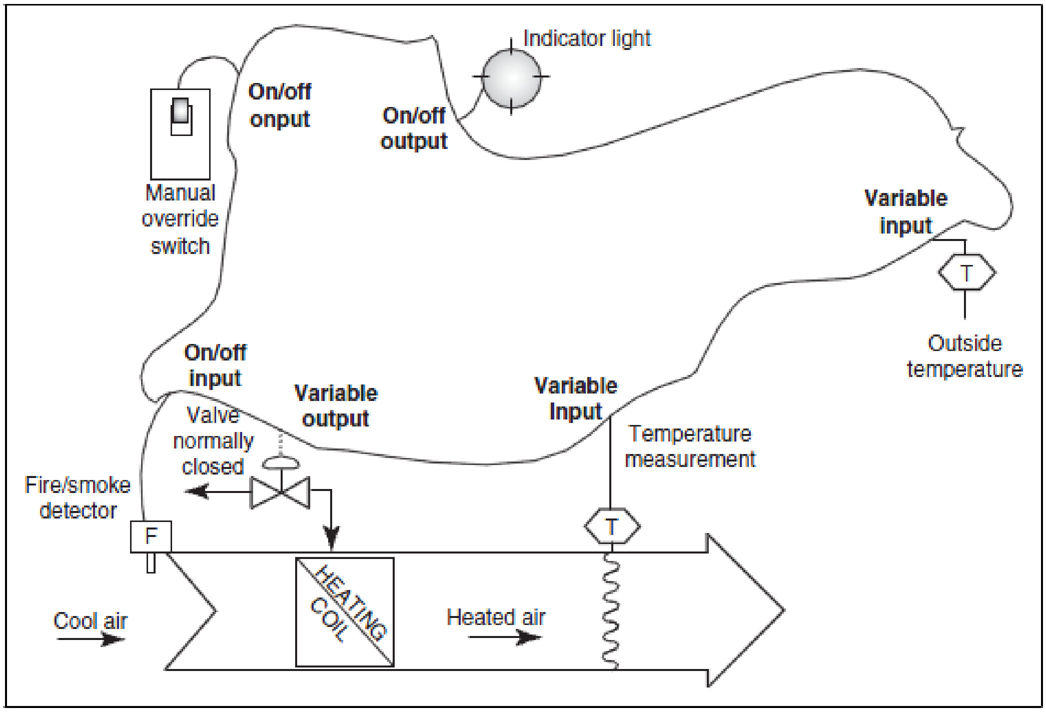
ဥပမာ - DDC တစ်ခု၌ ပါရှိသည့် 8-bit A/D converter သည် RH sensor မှ 7.8 dc volts analog signal ရရှိသည်။

RH sensor ၏ working range သည် 0 to 10 volts ဖြစ်သည်။

(က) A/D converter ၏ resolution ကို ရှာပါ။

(ခ) Sensor output သည် 7.8 volts ဖြစ်လျှင် A/D converter ၏ digital output data တန်ဖိုးကို ရှာပါ။

DDC များအလုပ်လုပ်ပုံကို နားလည်ရန်အတွက် Input နှင့် Output များအကြောင်း နားလည်ရန်လိုသည်။ ပုံ(၆-၂) တွင် input to DDC controller သို့မဟုတ် output from DDC များကို ဖော်ပြထားသည်။



ပုံ ၆-၁၁ Air Heater Input/Output points

ပုံ(၆-၁၁)တွင် outdoor reset လုပ်ပြီး control လုပ်သည့် air heater တစ်ခု၏ control diagram ကို ဖော်ပြသည်။ Fire သို့မဟုတ် smoke detector က မီးလောင်နေသည် သို့မဟုတ် မီးခိုးများထွက်နေသည်ဟု signal မရလျှင် timer မှ မောင်းရန် အချိန်ရောက်လျှင် သို့မဟုတ် start ခလုပ်ကို နှိပ်၍ မောင်းလျှင် fan စမောင်းသည်။

Control System တစ်ခုတွင် အဓိက အားဖြင့် input နှင့် output လေးမျိုးရှိသည်။

(က) On/off input (Digital Input သို့မဟုတ် DI) – manual switch, fire/smoke detector

(ခ) On/off output (Digital Output သို့မဟုတ် DO) – power to light

(ဂ) Variable input (Analog Input သို့မဟုတ် AI) – temperature from sensor နှင့်

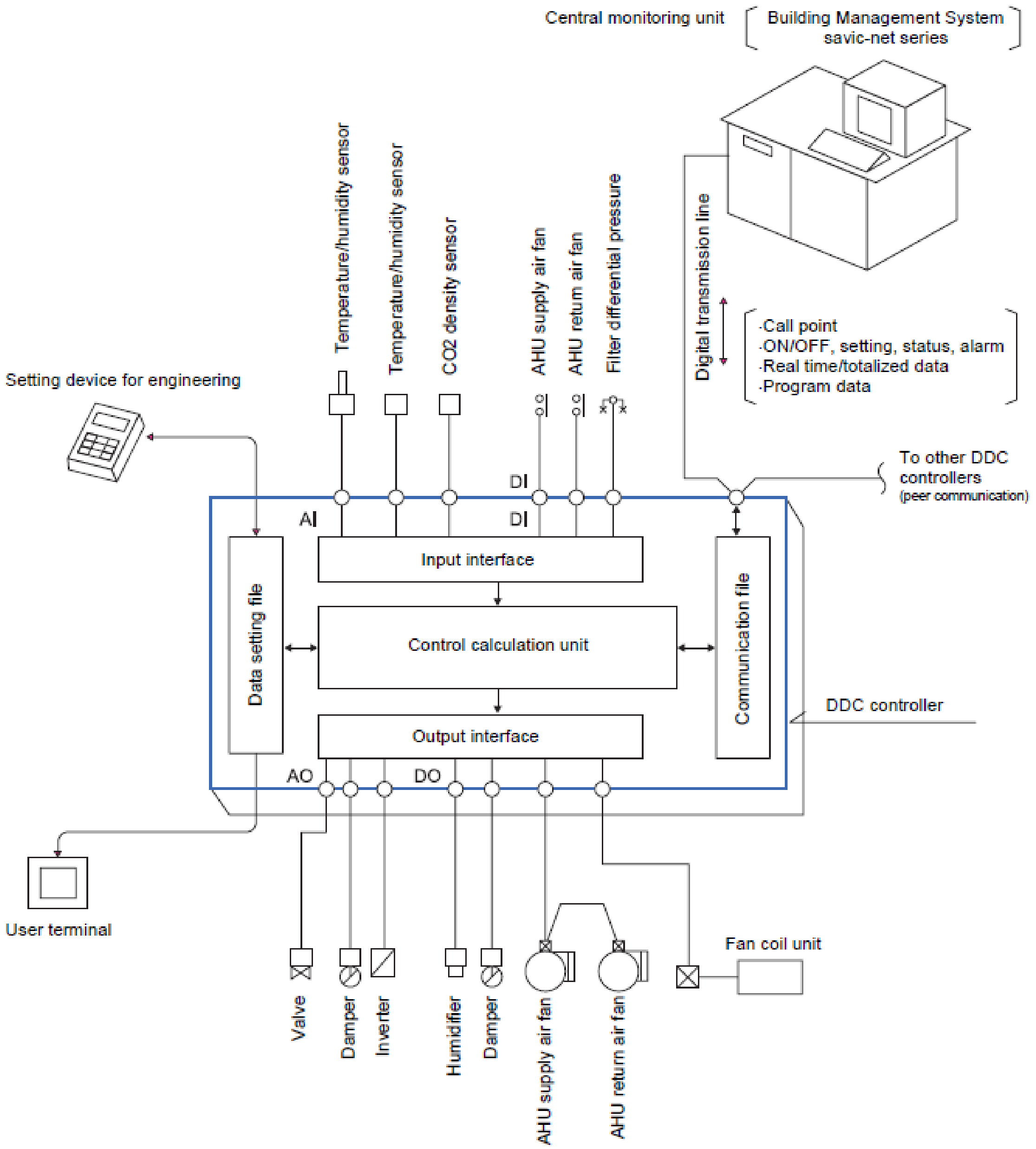
(ဃ) Variable output (Analog Output သို့မဟုတ် AO)– power to the valve တို့ ဖြစ်သည်။

၆.၂.၃(က) On/off Input သို့မဟုတ် Digital Input (DI) သို့မဟုတ် Binary Input (BI)

ON/OFF input သည် လျှပ်စစ်ပတ်လမ်း(circuit) ပြည့်ရန်အတွက်(complete ဖြစ်ရန်) ပိတ်ပေးရသည့် switch သို့မဟုတ် relay သို့မဟုတ် device တစ်မျိုးမျိုး ဖြစ်သည်။ ထိုကဲ့သို့ အဖွင့်/အပိတ်(ON/OFF) နှစ်မျိုးသာ ရှိသည့်အတွက် "Digital" ဟုခေါ်သည်။ Building Automation System(BAS) ဝေါဟာရ အရ Digital Input(DI) သို့မဟုတ် Binary Input(BI) ဟုခေါ်သည်။

Binary Input(BI) များကို ရေတွက်ရန်(count လုပ်ရန်) လိုအပ်သည်။ ဥပမာ - Power meter သည် 1 kWh ပြည့်တိုင်း on/off တစ်ခါ လုပ်ပေးသည်။ ထို pulse ကို ရေတွက်ခြင်းဖြင့် kWh မည်မျှ သုံးပြီးသည်ကို ရေတွက်နိုင်သည်။ သိပ်မမြန်လျှင် Digital Input(DI) ကို အသုံးပြုနိုင်သည်။ BI ကို တစ်စက္ကန့်လျှင် အကြိမ် (၁၀၀)ထက်ကျော်သည့် pulse များကို count လုပ်ရန်အတွက် ဒီဇိုင်းလုပ်ထားခြင်း ဖြစ်သည်။

Series of pulse များ ဖြစ်မနေသောကြောင့် digital ဟုခေါ်လျှင် လုံးဝမှန်သည်ဟု မပြောနိုင်ပါ။ ON နှင့် OFF နှစ်မျိုးသာ ဖြစ်နိုင်သောကြောင့် "**Binary**" ဟုပြောလျှင် ပိုမို မှန်ကန်သည်။ On/off input ၏ တရားဝင်နာမည်(official designation) မှာ Binary Input(BI) ဖြစ်သည်။



ပုံ ၆-၁၂ Example of distributed DDC controller configuration

၆.၂.၄(ခ) On/off Output သို့မဟုတ် Digital Output(DO) သို့မဟုတ် Binary Output(BO)

On/off output များသည် power သို့မဟုတ် close contact ကို ထုတ်ပေးသည်။ မီးလုံးသည် လင်းနေသည့်အချိန်(power "on") နှင့် ပိတ်နေသည့်အချိန်(power off) နှစ်မျိုးသာ ဖြစ်နိုင်သည်။ ထိုကဲ့သို့ On သို့မဟုတ် Off output နှစ်မျိုးကိုသာ ထုတ်ပေးနိုင်သောကြောင့် Digital Output(DO) သို့မဟုတ် Binary Output (BO) ဟုခေါ်သည်။

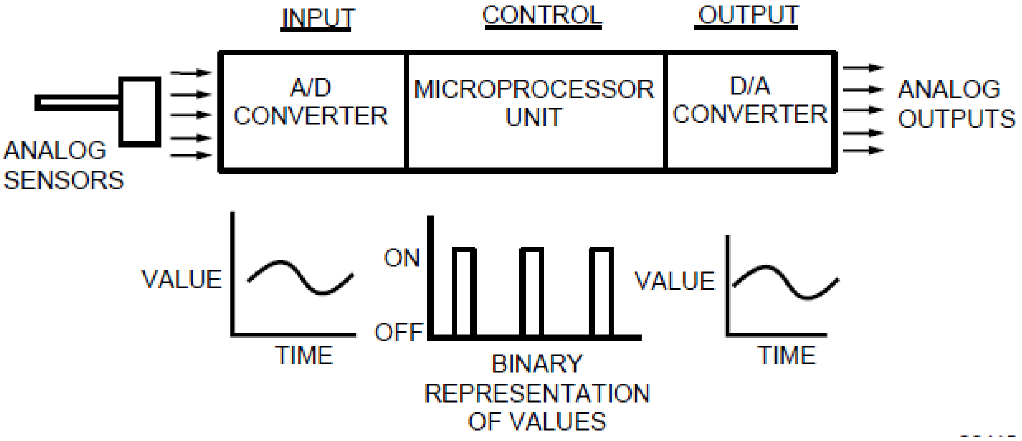
၆.၂.၅(ဂ) Variable Input သို့မဟုတ် Analog Input(AI) သို့မဟုတ် Binary Input(BI)

Variable input ဆိုသည်မှာ အချိန်နှင့်အမျှ ပြောင်းလဲနေသည့် signal များ DDC အတွင်းသို့ ဝင်ရောက် လာခြင်းဖြစ်သည်။ Temperature၊ humidity နှင့် pressure စသည့် တန်ဖိုးတို့နှင့် ညီမျှသည့် signal များ ဖြစ်သည်။ Building Automation System(BAS) ဝေါဟာရအရ ပြောင်းလဲနေသည့် signal(varying signal) သို့မဟုတ် Analog Input(AI) ဟု ခေါ်သည်။

၆.၂.၆(ဃ) Variable Output သို့မဟုတ် Analog Output(AO)

Value နည်းနည်းဖွင့်ရန်၊ များများဖွင့်ရန် သို့မဟုတ် damper လိုသလောက် ဖွင့်ရန်အတွက် ပေးရသည့် variable output ကို Analog Output(AO) ဟုခေါ်သည်။ ထို BI ၊ BO နှင့် AI ၊ AO point များသည် computer သို့မဟုတ် DDC controller နှင့် ချိတ်ဆက်ရန် ဖြစ်သည်။ Temperature ကို ဖတ်ယူသည့် sensor သည် analog အမျိုးအစား varying signal (0- 10 Volts) ကို ထုတ်ပေးသည်။ Computer သို့မဟုတ် DDC သည် digital signal ကိုသာ လက်ခံနိုင်သည်။ ထို့ကြောင့် analog signal မှ digital signal သို့ ပြောင်းပေးမည့် A/D conventor သို့မဟုတ် A/D processor သို့မဟုတ် A/D device လိုအပ်သည်။

ထို့ကြောင့် AI device နှင့် processor (controller) အကြား၌ A/D analog to digital converter ရှိရန် လိုအပ်သည်။ A/D converter ကို controller ပေါ်တွင် တစ်ခါတည်း ပေါင်းထည့်ထား ပေးလေ့ရှိသည်။ Built-in လုပ်ထားသည့်ဟု ရေးသား ဖော်ပြလေ့ရှိသည်။



ပုံ ၆-၁၄ Analog functions of a digital controller

DDC တစ်ခုတွင် မဖြစ်မနေ ပါဝင်ရမည့် component များမှာ

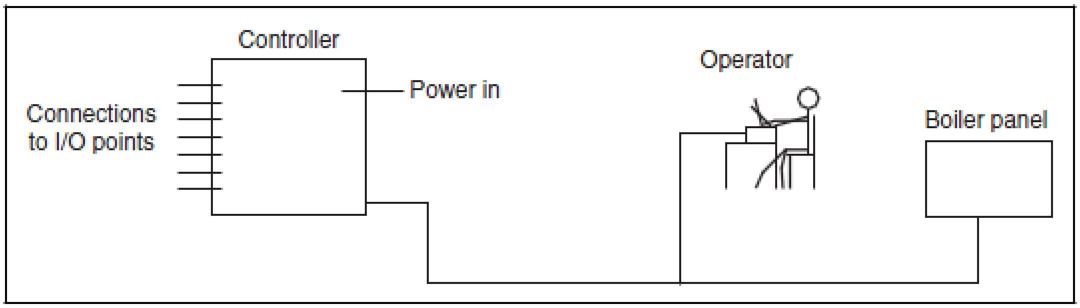
(က) Power Supply Computer board အတွက် လိုအပ်သော power supply ဖြစ်သည်။ Low voltage DC ဖြစ်သည်။ I/O Point များ အတွက်လိုအပ်သော power မှာ Direct Current(DC) သို့မဟုတ် 24 Volt AC လည်း ဖြစ်နိုင်သည်။

(ခ) Computer Board Control software အတွက် ဖြစ်သည်။ Logic process များအားလုံးကို microprocessor က ပြုလုပ်ပေးသည်။

(ဂ) I/O Board သည် input နှင့် output ဝါယာကြိုးများ ဆက်သွယ်ရန် ဖြစ်သည်။ ထို board ပေါ်၌ A/D နှင့် D/A conversion လုပ်ရန်အတွက် hardware များ ပါရှိသည်။ True analog signal မဟုတ်ပါ။ Digital signal များ ဖြစ်သောကြောင့် accuracy နှင့် timing တို့ ကွာခြားသည်။

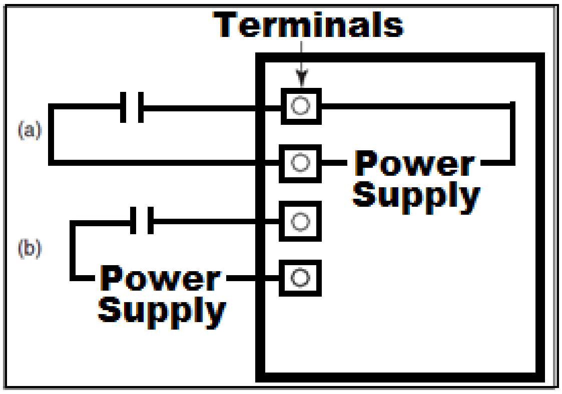
(ဃ) Communication controller များ အချင်းချင်း ဆက်သွယ်ရန် data များ transter လုပ်ရန်အတွက် communication port ပါရှိ ရမည်ဖြစ်သည်။ Communication port မှ operator access လုပ်ရန် ခွင့်ပြုသည့် တခြား device များနှင့် ဆက်သွယ်(communicate) လုပ်သည်။

Digital computer များအားလုံးသည် sequence များဖြင့်သာ အလုပ် လုပ်ကြသည်။ Pneumatic system များသည် analog နည်းဖြင့် အလုပ်လုပ်သည်။ Computer များ၏ speed သည် အလွန် လျှင်မြန်သော်လည်း input များကို တစ်ခုပြီးမှ တစ်ခု ဖတ်နိုင်သည်။

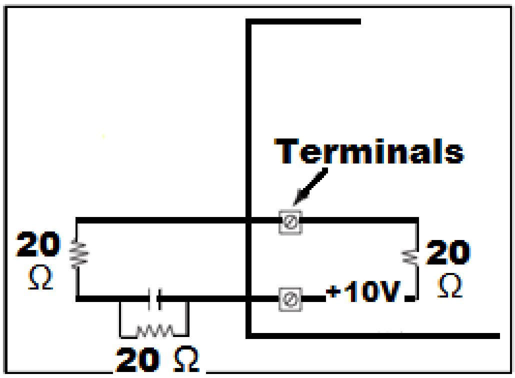


ပုံ ၆-၁၃ Simple DDC system layout

ပုံ(၆-၁၃) တွင်ပြထားသည့်အတိုင်း plant operator သည် သူ့စားပွဲပေါ်ရှိ PC မှ တစ်ဆင့် setpoint ကို adjust လုပ်နိုင်သည်။ Setpoint adjust လုပ်ခြင်းသည် မိမိအလိုရှိသည့် setpoint တန်ဖိုးကို ပြောင်းပေးခြင်း ဖြစ်သည်။ Controller သည် network cable မှတစ်ဆင့် operator နှင့် boiler control panel တို့ကို communicate လုပ်နိုင်သည်။ မောင်းနေသည့် boiler မှ data များကို ရယူနိုင်သည်။ Data communication အကြောင်းနှင့် network အကြောင်းကို အခန်း(၈) နှင့် အခန်း(၉)တွင် အသေးစိတ် ဖော်ပြထားသည်။



ပုံ ၆-၁၄(က) BI Internally and externally powered



ပုံ ၆-၁၄(ခ) Monitored BI point using an analog input

၆.၃ I/O Point Characteristics

Physical input/output point များသည် controller ပေါ်ရှိ I/O board များ termimal များတွင် ဝါယာကြိုးဖြင့် ချိတ်ဆက်(connect)ထားသည်။ အရိုးရှင်းဆုံး point မှာ BI ဖြစ်သည်။ ပုံ ၆-၁၄(ခ) တွင် ဖော်ပြထားသည့်အတိုင်း ပြင်ပမှ power ကို အသုံးပြုထားခြင်း မရှိပေ။ ပုံ ၆-၁၄(က) သည် ပြင်ပမှ power supply ကို အသုံးပြု ထားသည်။ External power supply ကို အသုံးပြုလျှင် power fail ဖြစ်သည် သို့မဟုတ် contact open ဖြစ်သည် ကို သိရန်မလွယ်ကူပေ။ ထို့ကြောင့် internal power supply သည် ပို၍ စိတ်ချရသည်။

Internal power supply အသုံးပြု ထားလျှင် ဝါယာကြိုး ပြတ်နေပါက မသိနိုင်ပေ။ Detect မလုပ်နိုင်ပေ။ DDC များကို အသုံးပြု၍ circuit လျှပ်စစ်ပတ်လမ်းများကို လွယ်ကူစွာ monitor ပြုလုပ်နိုင်သည်။ Analog input point ကို အသုံးပြု၍ Binary input ကို monitor လုပ်နိုင်သည်။

ဖြစ်နိုင်သော အခြေအနေ လေးမျိုးရှိသည်။

(က) Short circuit ဖြစ်နေခြင်း(terminal တစ်ခုနှင့် တစ်ခုအကြားတွင် 0 volt ရှိနေသည်။)

(ခ) Switch closed ဖြစ်နေခြင်း(terminal တစ်ခုနှင့် တစ်ခုအကြားတွင် 5.0 vlot ရှိနေသည်။)

(ဂ) Switch open ဖြစ်နေခြင်း(terminal တစ်ခုနှင့် တစ်ခုအကြားတွင် 6.6 vlot ရှိနေသည်။)

(ဃ) Open circuit(terminal တစ်ခုနှင့် တစ်ခု အကြား၌ 10 volt ရှိနေသည်။)

Software ကို အသုံးပြု၍ ထိုအခြေအနေ လေးမျိုးလုံးကို သိနိုင်အောင် program လုပ်နိုင်သည်။

0 volt နှင့် 4.5 volt အကြားဖြစ်လျှင် short circuit ၊ 4.5 volt နှင့် 5.5 volt အကြားဖြစ်လျှင် switch closed ၊ 5.5 volt နှင့် 6.1 volt အကြားဖြစ်လျှင် switch open နှင့် 7.1 volt ထက်များလျှင် open circuit ဖြစ်သည်။

Terminal နှစ်ခုအကြားရှိ A/D converter circuit သည် high resistance ကို ဖြစ်ပေါ် စေသောကြောင့် monitor circuit ကို မထိခိုက်စေနိုင်ပေ။ Analog Input(AI) ကို multi BI အဖြစ် အသုံးပြုနိုင်သည့် နည်းများစွာရှိသည်။ အခြားဥပမာတစ်ခုမှာ constant speed fan ကို monitor လုပ်ခြင်း ဖြစ်သည်။

Fan ၏ cable ၌ current ring သို့မဟုတ် Current Transformer(CT) တပ်ဆင်၍ monitor လုပ်နိုင်သည်။ Analog point ၌ current မရှိ(zero current)လျှင် motor ဆီသို့ power supply မရောက်ခြင်း ဖြစ်နိုင်သည်။ Low current ဖြစ်လျှင် fan motor ၏ pullery ၌ တပ်ဆင်ထားသည့် ပန်ကာကြိုး(belt) ပြတ်ခြင်းကြောင့် low load နှင့် မောင်းနေခြင်း ဖြစ်နိုင်သည်။ High current ရလျှင် fan သည် over load ဖြစ်တော့မည် သို့မဟုတ် ဖြစ်နေသည့်ဟု သိနိုင်သည်။

> Analog Input(AI) point များသည် BI point များထက် ပို၍ ဈေးကြီးသည်။ Analog Input(AI) point များကို configure လုပ် သည့်အခါ alarm message များကိုပါ ထည့်ရသောကြောင့် ပို၍ အကုန်အကျများသည်။ Analog Input(AI) point များသည် ပို၍ ကုန်ကျစရိတ် များသော်လည်း အလွန်ကြီးမားသည့် fan များနှင့် အရေးကြီးသည့်(critical) fan များတွင် အသုံးပြုရန် သင့်လျော်သည်။

Analog converter များသည် sensor မှ true analog signal ကို လက်ခံပြီး digital signal အဖြစ်သို့ ပြောင်းပေးသည်။ Digital signal သည် 0 နှင့် 1 များကို အတန်းလိုက်အဖြစ်(Series of 1s and 0s) ဖော်ပြခြင်း ဖြစ်သည်။

အကယ်၍ converter သည် 8 bit converter ဖြစ်လျှင် ဝင်လာသည့် signal ၏ (၂၅၆)ပုံလျှင် ၁ပုံ ပြောင်းလဲမှသာ convert လုပ်ပြီးသား တန်ဖိုး ပြောင်းလဲသည်။ အအေးပိုင်းနိုင်ငံများ၏ အပူချိန်မှာ -40°F မှ +120°F အတွင်း ဖြစ်သည်။ ထို့ကြောင့် range သည် 160°F ဖြစ်သည်။ 8 bit converter သည် 0.625°F(160/250) ပြောင်းလဲမှ digital signal က ဖော်ပြနိုင်သည်။ Economizer damper များကို control လုပ်ရာတွင် သုံးပါက အဆင်ပြေသည်။

သို့သော် ထို signal ကို outside air ၏ enthalpy ကို တွက်ရန် အသုံးပြုလျှင် မသင့်လျော်ပါ။ စိတ်ချရသော accuracy ရလိမ့်မည် မဟုတ်ပေ။ 10 bit converter ပြောင်းသုံးလျှင် 0.16°F(160/1024) အထိ ပိုကောင်းလာလိမ့်မည်။ Sensor ၏ accuracy ပိုတိကျလာ လိမ့်မည်။

12 bit converter သည် 0.04F(160/4096) အထိ ပေးနိုင်သည်။ Converter ၏ accuracy နှင့် sensor ၏ accuracy တူနိုင်လေ ပိုကောင်းလေ ဖြစ်သည်။ 12 bit converter သည် control signal အဖြစ် ပိုကောင်း သော်လည်း memory များစွာ လိုအပ်သည်။ Record လုပ်ရန် 24 bit ၏ number မှာ 1,048576 ဖြစ်သည်။

DDC System များ၏ accuracy ကို သတ်မှတ်ရာတွင် accuracy (၅)မျိုး ပါရှိသည်။ (End to End accuracy ကိုတွက်ရန်)

(၁) Medium to sensor
(၂) Sensor
(၃) Transmitter
(၄) Inter connection နှင့်
(၅) A/D converter တို့ဖြစ်သည်။

Medium to sensor accuracy တွင် အခြားသော အချက်များ ပါဝင်သည်။ ဥပမာ- flow meter တွင် turbulence ဖြစ်နေခြင်း၊ outside air temperature sensor တွင် solar radiation ပါဝင်ခြင်း၊ mixed air temperature ၌ air နှစ်မျိုး သည်ကောင်းစွာ ရောနှော(mix) မနေခြင်း တို့ဖြစ်သည်။

Medium to sensor error ကြောင့် end to end accuracy ပိုဆိုးဝါးနိုင်သည်။ Sensor ၏ accuracy သည် sensor ၏ အရည်အသွေး(quality)ပေါ်တွင် မူတည်သည်။ Transmitter ၏ စွမ်းဆောင်ရည် (performance)ကောင်းရန်အတွက် sensor နှင့် transmitter ကိုက်ညီရန်(match ဖြစ်ရန်) လိုသည်။ Required rang နှင့် 0-10 volt ထုတ်ပေးမည့် transmitter နှင့် 100°F range ရှိသည့် thermistor တို့ကို အသုံးပြုပြီး 38°Fမှ 45°F အပူချိန်ရှိသည့် chilled water supply temperature ကို တိုင်းလျှင် accuracy ပိုကောင်းလိမ့်မည် မဟုတ်ပေ။

ဆက်သွယ်ထားသည့် ဝါယာကြိုး(wire) သိပ်မရှည်လျှင် accuracy သိပ်မဆိုးလှသော်လည်း wire ကြိုးရှည်လေ volt drop များလေ၊ accuracy ပိုဆိုးဝါးလေ ဖြစ်သည်။ ဝါယာကြိုး(wire)ရှည်လျှင် ဈေးပေါသည့် 0-5 volt သို့မဟုတ် 0-10 volt မည့်အစား 4-20mA current loop ကို အသုံးပြုသင့်သည်။ A/D conversion accuracy ကို ရှင်းပြပြီး ဖြစ်သည်။

Analog input signal ကို digital အဖြစ်သို့ ပြောင်းပြီး(convert လုပ်ပြီး)နောက် ထို signal ကို ချောမွေ့အောင်(smooth) ပြုလုပ်ပေးရန် လိုသည်။

VAV box အတွင်း၌ တိုင်းယူရရှိသည့် velocity signal သည် မတည်ငြိမ်သောကြောင့် smooth signal ဖြစ်အောင်ပြုလုပ်ပေးရန် လိုသည်။ စက္ကန့်တိုင်းတွင် reading တစ်ခုရရှိလျှင် reading (၅)ခု သို့မဟုတ် (၅)စက္ကန့် ပေါင်းပြီး smooth လုပ်ပေး နိုင်သည်။ Five second smoothing every cycle ကို အောက်ပါ အတိုင်း တွက်ယူ နိုင်သည်။

$$(\boldsymbol{new\ signal} + \mathbf{4} * \boldsymbol{old\ signal}) \,/\, \mathbf{5} = \boldsymbol{old\ signal}$$

"Old signal" သည် smooth လုပ်ပြီးသား signal ဖြစ်ပြီး controller က input အဖြစ် လက်ခံ အသုံး ပြုနိုင်ပြီ ဖြစ်သည်။ Input များကို ပုံသေနည်းများ အသုံးပြု၍ သို့မဟုတ် lookup table များကို သုံးပြီး modify လုပ်နိုင်သည်။ Thermistor များ၏ curve သည် non linear curve ဖြစ်သည်။ Thermistor ရသည့် input ကို lookup table သို့မဟုတ် algorithm တို့ဖြင့် signal ကို modify လုပ်ရန် လိုသည်။

AO နှင့် BO Output များ

Sensor များမှ signal ကို A/D converter ကို အသုံးပြု၍ Analog မှ Digital သို့ ပြောင်းရန် လိုအပ်သကဲ့သို့ output device များဖြစ်သည့် valve နှင့် actuator များ အတွက် D/A convertor ကို သုံး၍ analog

အဖြစ်သို့ ပြောင်းရန်လိုသည်။ သို့သော် output device များသည် စက္ကန့်တိုင်း၌ ပြောင်းလဲနေရန် မလိုပေ။ Update လုပ်နေရန် မလိုပေ။ ပုံမှန် အားဖြင့် 10 bit resolution ရှိသည့် D/A ကို အသုံးပြုထားသော်လည်း 8 bit D/A သည် လုံလောက်သည်။ 8 bit သည် 256 increments ကို ပေးနိုင်သည်။ Incremental တစ်ခုသည် 0.4% နှင့်ညီမျှသည်။ Controller များထုတ်ပေးသည့် output power သည် ကန့်သတ်ချက် ရှိသည်။ လိုသလောက် မရနိုင်ပေ။ ထို့ကြောင့် controller မှ control signal ကိုသာ ထုတ်ပေးနိုင်သည်။

Actuator များကို မောင်းရန် လုံလောက်သည့် power ကို controller က ထုတ်မပေးနိုင်ပေ။ Transducer များ၌ adjustment ပြုလုပ်နိုင်သော်လည်း DDC panel များ၌သာ adjustment ပြုလုပ်ရန် တိုက်တွန်းလိုသည်။ DDC panel ၌ adjust ပြုလုပ်ရန် လွယ်သည်။ Adjustment များ(လုပ်ထားသမျှ) ကို ရေးသား မှတ်တမ်းတင်နိုင်သည်။

၆.၄ DDC I/O Point Type (Data Point)

DDC data point များကို input point နှင့် output point ဟူ၍ နှစ်မျိုး ခွဲခြားနိုင်သည်။

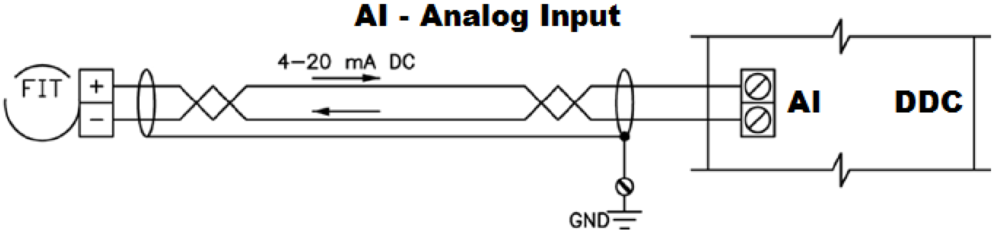
(၁) Input points

(က) Digital Input(DI)

DI သည် two-state input signal ဖြစ်သည်။ Equipment များ၏ status ကို monitor လုပ်ရန် အသုံးပြုသည်။ ဥပမာ - Fan on/off status alarm on/off စသည်တို့ ဖြစ်သည်။

AI သည် sensor နှင့် transmitter များမှ ရရှိသည့် continuous signal ဖြစ်သည်။ temperature၊ pressure ၊ humidity တို့၏ physical variable များကို current သို့မဟုတ် voltage များဖြင့် ဖော်ပြထားခြင်း ဖြစ်သည်။ AI input များသည် active အမျိုးအစား သို့မဟုတ် passive အမျိုးအစား ဖြစ်နိုင်သည်။

Active AI များသည် voltage သို့မဟုတ် current signal input ဖြစ်သည်။ Passive AI သည် resistance တန်ဖိုးများ ဖြစ်သည်။



ပုံ ၆-၁၆ Analog Input (AI)

(ခ) Analogue Input(AI)

Active analogue input signal များသည် အောက်ပါတို့အနက် မှတစ်ခုခု ဖြစ်နိုင်သည်။

- 0 to 20 mA (0 to 20mA)
- 4 to 20mA (0 to 20mA)
- Pulse Input (PI), PI သည် pulse များကို ရေတွက်ခြင်း ဖြစ်သည်။

(၂) Output points

Output point များသည် control signal အဖြစ် controller မှ ထုတ်ပေးသည့် command များ ဖြစ်သည်။ ထို command(control signal) များသည် DDC computation မှ ထွက်လာသည့် ရလာဒ်(result)များ ဖြစ်သည်။ Logical operation မှ ထွက်လာသည့် ရလာဒ်(result)များ ဖြစ်သည်။

(က) **Digital Output(DO)** သည် contact သို့မဟုတ် switch အတွင်းရှိ relay coil ကို energizing

သို့မဟုတ် de-energizing လုပ်ခြင်းဖြင့် two state control function ကို perform လုပ်ပေးသည်။

Digital Output ကို အောက်ပါတို့မှ တစ်ခု အနေဖြင့် configure လုပ်နိုင်သည်။

(၁) On/off(driven from a logic variable)

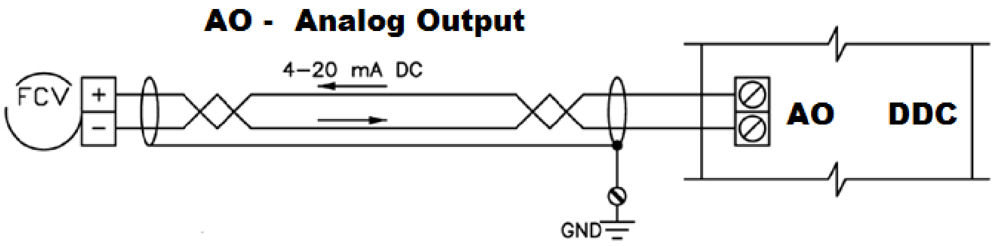
(၂) On/off(driven from a numeric variable)

(၃) Duration Adjusted Type(DAT)(driven from a numeric variable)

(၄) Position Adjust Type(PAT , incremental control)

(၅) Start/Stop(S/S)(driven from a logic variable) နှင့်

(၆) Pulse(driven from a logic variable) တို့ဖြစ်သည်။



ပုံ ၆-၁၇ AO - Analog Output (AO)

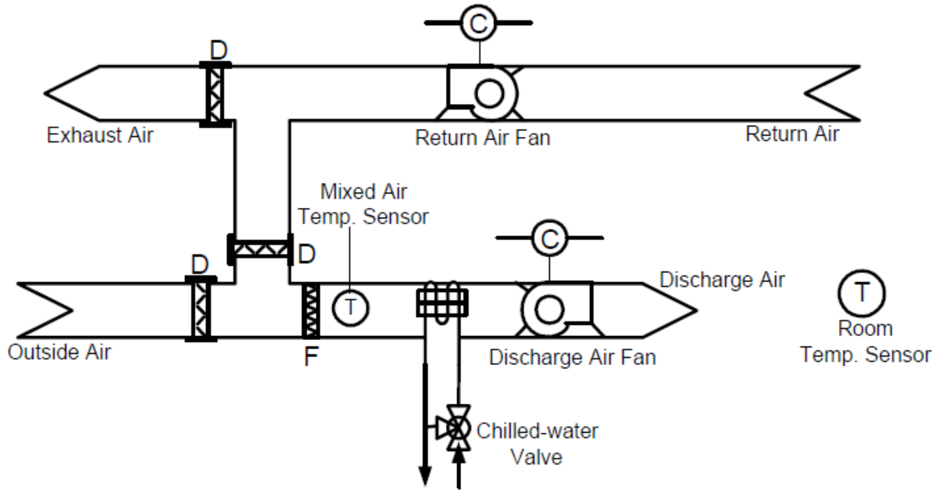
(ခ) Analogue Output (AO)

AO သည် CPU မှ generate လုပ်သည့် software command ဖြစ်သည်။ Controlled device များအတွက် variable voltage သို့မဟုတ် current control signal ဖြစ်သည်။

Analogue output signal များသည် အောက်ပါတို့အနက်မှ တစ်မျိုးမျိုး ဖြစ်နိုင်သည်။

(က) • 0 to10V (0 to 5V)

(ခ) • 4 to 20mA (0 to 20mA)



ပုံ ၆-၁၈ Example 3

DDC တစ်ခုတွင် 8 bit A to D converter ပါဝင်သည်။ RH sensor မှ 7.8 volt dc analog data ကို input အဖြစ် ရရှိသည်။ Sensor ၏ working range မှာ 0 volt မှ 10 volt ဖြစ်သည်။

(က) Converter ၏ resolution ကို ရှာပါ။

(ခ) Sensor output သည် 7.8 volt ဖြစ်လျှင် A/D converter မှ ပြောင်းပေးလိုက်သည့် Digital Output

data မည်မျှ ဖြစ်မည်နည်း။

ဥပမာ -၃

ပုံ(၆-၁၈)သည် DDC based room static pressure control system တစ်ခု၏ schematic diagram ကို ဖော်ပြထားသည်။ Room static pressure ကို Variable Speed Drive(VSD) တပ်ဆင်ထားသည့် return air fan ကို modulating speed ဖြင့် မောင်းပေးခြင်းဖြင့် ထိန်းထားသည်။ Control လုပ်ထားသည်။ Discharge air fan ကို မြန်နှုန်းပုံသေ(fixed speed) ဖြင့် မောင်းပေးသည်။ Damper Actuator(D) သည် modulating အမျိုးအစား ဖြစ်သည်။ Air flow switch သည် filter ၏(dirty/clean) အခြေအနေကို monitor လုပ်ပေးသည်။ သင့်လျော် သော DDC input/output point များကို assign လုပ်ပါ။

(က) Damper actuators(D)

(ခ) Air flow Switch for the air filter

(ဂ) Room static pressure sensor

(ဃ) Variable speed drive(VSD) for return air fan

(င) Relay coil for contactor(C) of the discharge air fan

Table 2. Typical Data File for Analog Input.	
Point Address	User Address
Point type	Regular or calculation
Sensor	Platinum(0 to 100F)
Physical terminal assigned	16
Use code	Cold deck dry bulb
Engineering unit	F
Decimal places for display	XXX.X
High limit	70
Low limit	40
Alarm lockout point	Point address
Point descriptor	Cold deck temperature
Alarm priority	Critical

၆.၅ DDC Operating Sequence

(၁) Sensor နှင့် transmitter များမှ temperature ၊ pressure စသည်တို့၏ တိုင်းတာထားသည့် တန်ဖိုး(measured variable) များကို DDC ၏ input unit ဆီသို့ signal အဖြစ် ပို့ပေးသည်။

(၂) Sensor reading များကို DDC ရှိ input unit မှ သင့်လျော်သည့် digital electrical အဖြစ်သို့ ပြောင်းပေးသည်။ သို့မှသာ CPU က process လုပ်နိုင်မည်။ ထို information များကို "**Buffer**" ဟုခေါ်သည့် small input unit memory ပေါ်တွင် ခဏတာ သိမ်းဆည်းထားသည်။

(၃) Input unit သည် processing လုပ်ရန် sensor data များရရှိပြီး သည့်အခါ ၊ input unit အတွင်းရှိ buffer တွင် sensor data ကို သိမ်းဆည်းရန်နေရာ(address) ကို CPU က သတ်မှတ်ပေးသည်။

(၄) CPU သည် control bus ဆီသို့ sensor reading ကို သွားယူရန် control signal ပေးလိုက်သည်။

(၅) Program counter သည် နောက်တစ်ဆင့်တွင် ဆောင်ရွက်ရမည့် အလုပ်ကို သတ်မှတ်ပေးသည်။ CPU သည် ထိုအဆင့်ကို ဖတ်ယူပြီး CPU memory ပေါ်တွင် ထို instruction ကို register လုပ်လိုက်သည်။

(၆) CPU သည် RAM ပေါ်တွင် မှတ်သားထားသည့် မည်သည့် data ကိုမဆို နောက်တဆင့်(program step)ကို လုပ်ဆောင်ရန် ယူလိုက်သည်။

(၇) Software program(module) က control routine ကို execute လုပ်သည်။

၆.၆ Control Sequence

Control sequence တစ်ခုကို အလွယ်တကူ ချရေးရန် ချရေးရန် ခက်ခဲသည်။ အချိန်တိုအတွင်း လျှင်မြန်စွာရေးရန် လည်းမဖြစ်နိုင်ပေ။ ရှင်းလင်းတိကျပြီး၊ logical ကျသော control sequence သည် control များကို ကောင်းစွာ အလုပ်လုပ်စေပြီး၊ ပိုမိုတိကျသည့် စွမ်းဆောင်ရည်(performance) များကို ရနိုင်သည်။ စာရွက်ကြီးကြီး ပေါ်တွင် အလုပ်လုပ်ပုံကို တစ်ဆင့်ပြီး တစ်ဆင့်(step-by-step) ချရေးပါ။

ပထမဆင့် Control လုပ်မည့် system တစ်ခုလုံး၏ schematic ကို ပုံကြမ်း ရေးဆွဲပါ။ Sub system များ ဖြစ်အောင် ခွဲထုတ်ပါ။ ဥပမာ- AHU အတွက် mixing damper ၊ cooling coil ၊ heating coil ၊ fan စသည့် subsystem များအဖြစ် ခွဲထုတ်ပါ။

ဒုတိယဆင့် Subsystem တိုင်း၌ ပါရှိသည့် process variable များ ၊ control လုပ်ရမည့် parameter များ စသည်တို့ကို သတ်မှတ်ပါ။ Main process variable နှင့် control လုပ်မည့် parameter တို့ကို ဆွဲပါ။ ဥပမာ- Supply air temperature နှင့် chilled water value position သို့မဟုတ် duct static pressure နှင့် fan speed စသည်တို့ဖြစ်သည်။

တတိယဆင့် Process variable နှင့် control equipment တို့အကြား၌ ရှိသော control relationship ကို ဖော်ထုတ်ပါ။ ရှာဖွေပါ။ Cooling coil အတွက် supply air temperature ကို input အဖြစ်(process variable ဖြစ်သည်)အသုံးပြုပြီး Proportional Integral control(PI) ဖြင့် valve နှင့် actuator ကို control လုပ်နိုင်သည်။

Air system အတွက် velocity pressure သည် process variable ဖြစ်သည်။ Input ကို smooth လုပ်ပါ။(input (၅)ခု သို့မဟုတ် (၁၀)ခု ကို ပေါင်း၍ smooth လုပ်ပါ။) ထိုနောက် Square root ယူပါ။ (velocity တန်ဖိုးရရန်) ထိုနောက် Duct ၏ area ဖြင့်မြှောက်လျှင် volume ရသည်။ ထို volume ကို controller ၏ input အဖြစ် အသုံးပြုနိုင်သည်။ Volume နှင့် ဖော်ပြခြင်း(display) သို့မဟုတ် velocity ဖြင့် ဖော်ပြခြင်း အတွက် control ၌ ခြားနားမှု မရှိ။ သို့သော် operation အတွက် volume ပမာဏသည် အဓိပ္ပာယ်ရှိသော parameter ဖြစ်သည်။ အသုံးဝင်သည်။

အသုံးပြုသည့် control method သည် လိုအပ်သော response speed ၊ control loop ၏ time constant စသည်တို့ အပေါ်တွင် မူတည်သည်။ Zone temperature control နှင့် outdoor reset တို့သည် နှေးသည့်(slow control) ဖြစ်သည်။ ရိုးရှင်းသော proportional band control ကိုသာ အသုံးပြုပြီး band ကို ခပ်ကျဉ်းကျဉ်းထား၍(narrow proportional band) သုံးလျှင် အကောင်းဆုံး performance ကို ရနိုင်သည်။

၆.၇ DDC Software module

DDC Software တွင် internal module များစွာ ပါဝင်သည်။ ထို internal module များ သည် DDC ၏ memory (ROM) ပေါ်တွင် ရှိနေသည့် software ဖြစ်သည်။ ထို software module များကို graphical CAD သို့မဟုတ် text based method ကို အသုံးပြု၍ လိုအပ်သော control function များအတွက် configure လုပ်နိုင်သည်။

DDC software module များတွင် အောက်ပါတို့ ပါဝင်သည်။

(၁) Control modules(e.g., on/off, PID)

(၂) Arithmetic modules(e.g. averaging, summing, totalization)

(၃) Programmable logic modules(PLC)

(၄) Interlock modules , etc(e.g., EF with EF OUT)

ပုံသည် internal software module များနှင့် input output point များကို schematic ဖြင့်ဖော်ပြ ထားသည့် DDC တစ်ခုဖြစ်သည်။

သတိပြုရန် - I/O point များအပြင် temporary point များလည်း ရှိနိုင်သည်။ (DDC data base အတွင်းတွင်) ထို temporary point များကို pseudo point များဟု ခေါ်သည်။

-End-

Contents

၆.၁ Basic Feature of DDC Hardware Component 1

၆.၁.၁ DDC Power Supply ....

၆.၁.၂ Microprocessor (CPU) ....

၆.၁.၃ Microcomputer Structure and Buses ....

၆.၁.၄ Memory Size ....

၆.၂ Input and Output Points 8

၆.၂.၁ DDC Input/Output Unit Interface ....

၆.၂.၂ DDC I/O Point Types (Data Points) ....

၆.၂.၃(က) On/off Input သို့မဟုတ် Digital Input (DI) သို့မဟုတ် Binary Input (BI) ....

၆.၂.၄(ခ) On/off Output သို့မဟုတ် Digital Output(DO) သို့မဟုတ် Binary Output(BO) ....

၆.၂.၅(ဂ) Variable Input သို့မဟုတ် Analog Input(AI) သို့မဟုတ် Binary Input(BI) ....

၆.၂.၆(ဃ) Variable Output သို့မဟုတ် Analog Output(AO) ....

၆.၃ I/O Point Characteristics 15

၆.၄ DDC I/O Point Type (Data Point) 18

၆.၅ DDC Operating Sequence 20

၆.၆ Control Sequence 21

၆.၇ DDC Software module 21

၆.၁ Basic Feature of DDC Hardware Component 1
၆.၁.၁ DDC Power Supply 3
၆.၁.၂ Microprocessor (CPU) 4
၆.၁.၃ Microcomputer Structure and Buses 6
၆.၁.၄ Memory Size 7
၆.၂ Input and Output Points 8
၆.၂.၁ DDC Input/Output Unit Interface 8
၆.၂.၂ DDC I/O Point Types (Data Points) 9
၆.၂.၃ (က) On/off Input သို့မဟုတ် Digital Input (DI) သို့မဟုတ် Binary Input (BI) 12
၆.၂.၄(ခ) On/off Output သို့မဟုတ် Digital Output(DO) သို့မဟုတ် Binary Output(BO) 13
၆.၂.၅(ဂ) Variable Input သို့မဟုတ် Analog Input(AI) သို့မဟုတ် Binary Input(BI) 14
၆.၂.၆(ဃ) Variable Output သို့မဟုတ် Analog Output(AO) 14
၆.၃ I/O Point Characteristics 15
၆.၄ DDC I/O Point Type (Data Point) 18
၆.၅ DDC Operating Sequence 20
၆.၆ Control Sequence 21
၆.၇ DDC Software module 21