

Cement Plant 제어 장치에 관한 고찰

申 榮 瑞

<韓一시멘트 電氣部>

1. 緒 論

最近 cement plant는 점차 대형화하는 경향이고 이의 운전은 더욱 복잡하여지는 동시에 고도의 신뢰성과 정밀한 운전이 요구되고 있다.

과거의 운전 방식과는 달리 최대한 기계 설비를 효율적으로 운전 하기 위하여 control panel의 설비는 plant process의 모든 상황을 손쉽게 파악하고 제어할 수 있는 기능 및 구조를 갖추지 않으면 안 되게 되었다.

多數의 motor를 구동하는 cement plant에 있어서 종래에는 이러한 운전을 operator가 판단하여 제어하는 운전 방식을 취해 왔다.

여기에는 많은 노력이 필요하게 되고 더욱 operator의 誤判斷에서 오는 miss operation을 없애고 operator의 數를 감소하여 少數의 operator에게 plant 전체를 맡김으로써 능률 좋은 운전을 하는 것이 최근 plant control의 기본 개념이 되었다. 근래 cement plant의 대형화 자동화의 요청에서 1개의 cement plant에 약 500 ~ 1,000臺의 motor로 구성되어 있고 그중 300 ~ 500臺는 process에 따른 운전 정지 동작을 필요로 하고 있다. 이런 이유에서 cement plant의 자동화 도입이 불가피하게 되었다.

2. 제어 방식의 종류

현재 cement plant의 제어 방식에는 다음 2가지 방식이 채택되고 있다.

a) 집중 Control switch 제어 방식

control panel에 motor 1臺 혹은 數臺를 묶어 control switch 1個씩 사용하여 전자 개폐기를 동작시켜 motor를 운전하며 process 기기 상호간 interlock를 取하여 운전하는 근래까지 가장 많이 사용되고 있는 방식이다.

b) 總括 제어 방식

motor의 시동 정지를 순서에 따라 정하여 그 program에 따라 자동적으로 운전하는 방식이다.

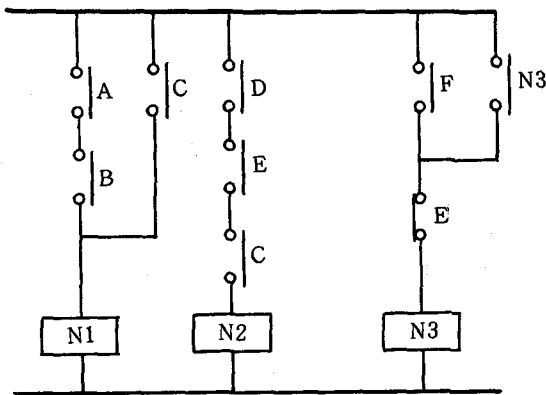
이 방식을 채용하는 경우 다음과 같은 성능의 것을 택할 필요가 있다.

- 1) 계통 선택 및 경로 선택
- 2) 순서 기동
- 3) 시한 요소에 의한 기동 및 정지
- 4) 비상 정지
- 5) 고장 경보 및 winking fault signal
- 6) 기동 경보
- 7) lamp check 회로 및 제어 회로 단선 check

총괄 제어 주 기기 구성의 종류로 보아 다음 3종류로 大別할 수 있다.

1) relay 組合에 의한 제어 방식

magnet contact 를 사용하여 switching 에 의한 제어 論理를 수행한다. 근래까지 대 부분 제어 system 은 이 방식을 사용하여 제어를 하였다.



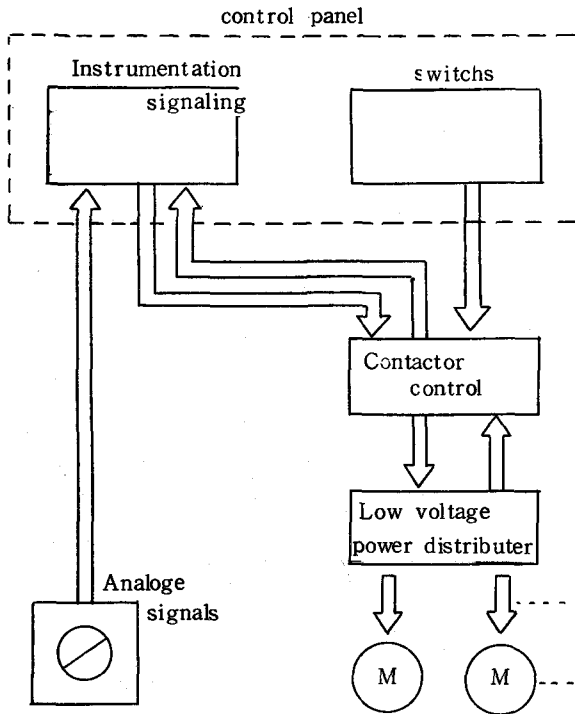
<그림-1>

그림 1에서와 같이 필요한 제어 특성을 magnet contact 를 사용 論理의 組合을 구성하여 出力을 얻 도록 되어 있다. 이러한 system 은 magnet relay 의 동작 여부를 육안으로 식별할 수 있어 간단한 회로에서는 이상 유무의 판별이 용 이하나 복잡한 論理回路의 경우 점검하기에 대단히 불편하다. 이 것은 기계적인 switching 에 의한 論理로서 magnet coil 에 전류가

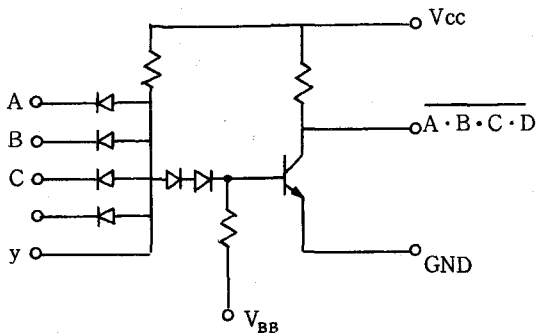
흘러 腐磁(exiting) 되었다고 할지라도 contact 표면의 조건 여하에 따라 접촉 불량 등 오동작이 발생하는 경우가 흔하며 이로 인하여 분진이 많은 cement plant 의 경우 M. C. C (motor control cubicle)의 설치 장소와 주변 상황에 따라 동작의 신뢰도가 좌우된다.

cement plant 에서 relay 조합에 의한 제어 방식의 block diagram을 표시하였다. raw mill, kiln, Cement mill 등 process 마다 <그림-2>와 같은 제어 장치가 설비되어 있다.

relay 조합 제어 장치는 raw mill, kiln, cement mill과 같은 연속 공정의 제어 장치를 구성할 경우 제어 장치 구성 기기가 방대하여 지고 앞에서 설명한 바와 같이 고



〈그림-2〉 Relay 조합에 의한 제어 방식 block diagram



〈그림-3〉 DTL gate 例

장의 요소가 많아짐에 따라 신뢰도가 감소된다.

점점 오동작에 의한 운휴를 감소시키기 위하여 interlock를 필요에 따라 제거시키는 등 현재 설비되어 있는 이러한 제어 장치는 원래의 것보다 불완전한 상태의 것이 많이 있다. 이것이 cement plant에 있어 contact reay의 불합리한 점을 나타내는 한 현상이다.

완전한 remote control 내지는 automatic control을 위하여 좀더 신뢰도가 높은 제어 장치를 원하게 되었고 완전한 system을 계속 개발하고 있는 중이다.

2) 반도체 소자 조합에 의한 제어 방식(no contact relay system)

제어 논리의 조합을 반도체를 사용한 회로를 이용하여 결과를 얻으며 기계적으로 움직이는 部分 없이 요구되는 논리의 결과를 전자 회로를 이용하여 얻을 수가 있다.

주로 diode, transistor, resistor 등과 같은 素子를 사용한 회로로 구성되어 있다.

최근 반도체 소자 제조 기술 발달로 logic IC의 출현으로 반도체 소자 결합 제어 방식은 더욱 소형화하고 가격의 저렴화, 신뢰도 향상 등이 이루어져 산업기기 제어 部分

에 점점 사용 빈도가 증가하고 있다.

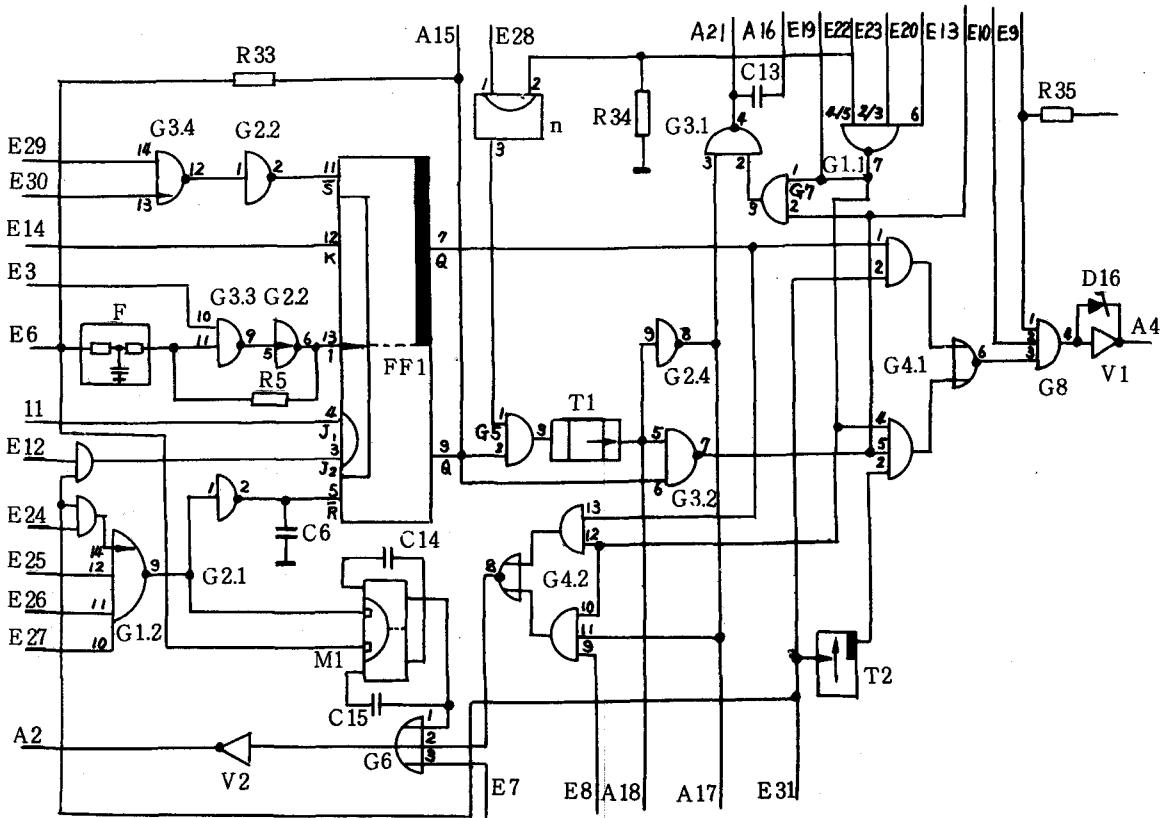
Cement plant의 motor control 部分에는 이미 채용되어 외국 여러 곳에서 좋은 결

과를 얻고 있다.

몇가지 基本 構造의 소형 print circuit board (P.C.B)를 조합을 하면 복잡한 cement plant의 M.C.C를 구성할 수 있다.

그의 基本型은

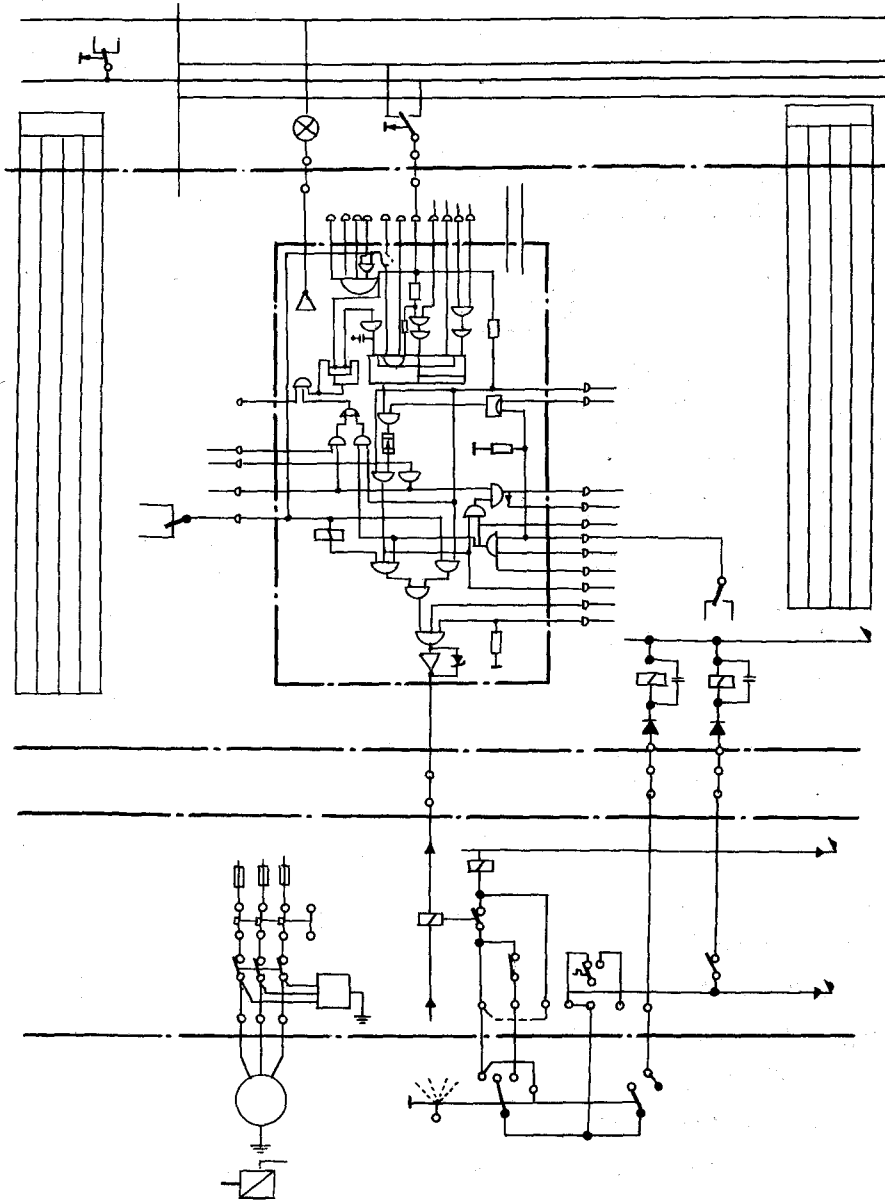
- a) drive control and signaling module.
- b) drive control and signaling module for reversing drive.
- c) timer
- d) power supply 등이다.



〈그림-4〉 Drive Control and signaling module

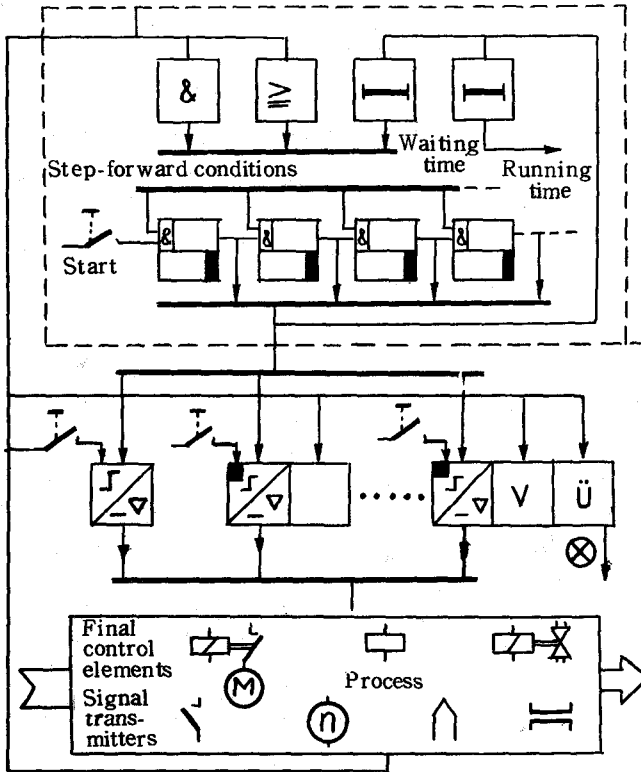
이렇게 몇 가지를 조합한 구조로 되어 있어 control system의 고장시 준비되어 있는 spare P.C.B의 교환으로 간단히 고장 조치가 가능하다.

종래의 magnet relay형 schematic diagram과 같이 일일이 接點과 線을 圖面에 表示할 필요가 없고 p.c.b의 pin番號와 motor control用 magnet contact와의 연결만 표시함으로써 目的을 달성할 수가 있다. 이는 製作時 많은 時間을 절약하여 준다.



- | | | | |
|------------------|----------------------|-------------------|------------------------|
| Frelgabe-Taste | = release button | Magazln | = magazine |
| 1 Taste pro Feld | = 1 button per field | Blatt Nr. | = sheet no. |
| Frelgabe-Schieno | = release rall | Steuerungsebene | = control plane |
| Leitstand | = control stand | Rangier-Verteller | = shunting distributor |
| Ein/Aus | = on/off | Leistungs-Teil | = power section |
| Ziel | = target | Betrieb | = operation |
| Blatt Nr. | = sheet no. | Einspeisung | = feed-in |
| Pin Nr. | = pin no. | Staffelschalter | = sequence switch |
| Karte | = card. | oder | = or |

< 그림 - 5 > Schematic diagram 例



<그림-6> Sequence control

반도체 소자 조합에 의한 제어 방식의 예를 그림에 보였다.

<그림-4>와 <그림-5>는 motor control module의 예이고 <그림-6>은 sequence controller의 예이다.

이 sequence controller의 구성은 기능상 and or의 論理 연산과 timer에 의하여 순차적인 제어가 가능하며 이들의 기능 block으로 전체가 구성되어 있다. (점선부분)

start signal에 의하여 기동 조건 충족 여하에 따라 motor control이 개시되며 이것으로 인하여 다음 단의 연속 기동이 가능

한 조건이 이루어지며 필요에 따라 지연 요소 등 시간적인 요소를 필요로 할 때에는 timer를 사용함으로써 목적을 이룰 수 있다.

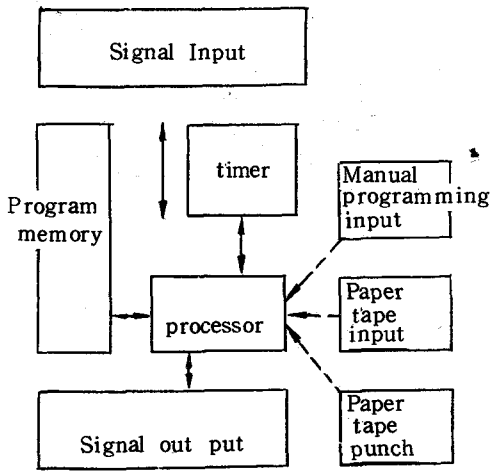
local control을 제외하고 start switch 1個로서 one process를 운전할 수가 있으나 현재는 one process를 數個의 block으로 나누어 몇 개의 switch로 운전하는 system으로 형성되어 있다.

2) Programmable Controller

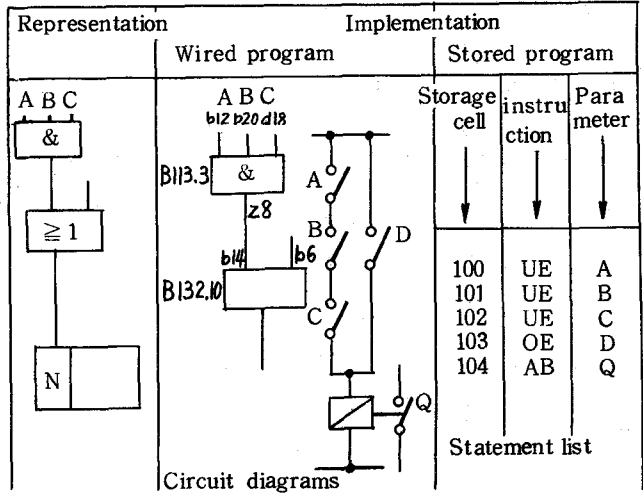
cement plant와 같은 일정한 process의 경우 control panel에서 switch 조작은 거의 일정한 순서에 따라 행하여 진다. operator가 기억하고 있는 순서에 따라 motor의 on-off가 이루어지는 것이다.

Programmable control에서는 operator가 기억하고 있는 내용을 program memory에 기억을 시켜 이에 따른 제어를 하는 것을 말한다. 모든 동작 조건을 事前에 memory에 기억시켜 이것을 운전시 기억된 내용에 따라 순차적으로 motor를 기동시키고 고장시 순차적으로 정지를 시키는 등의 operator대신 확실한 동작을 하도록 되어 있는 것

이다.

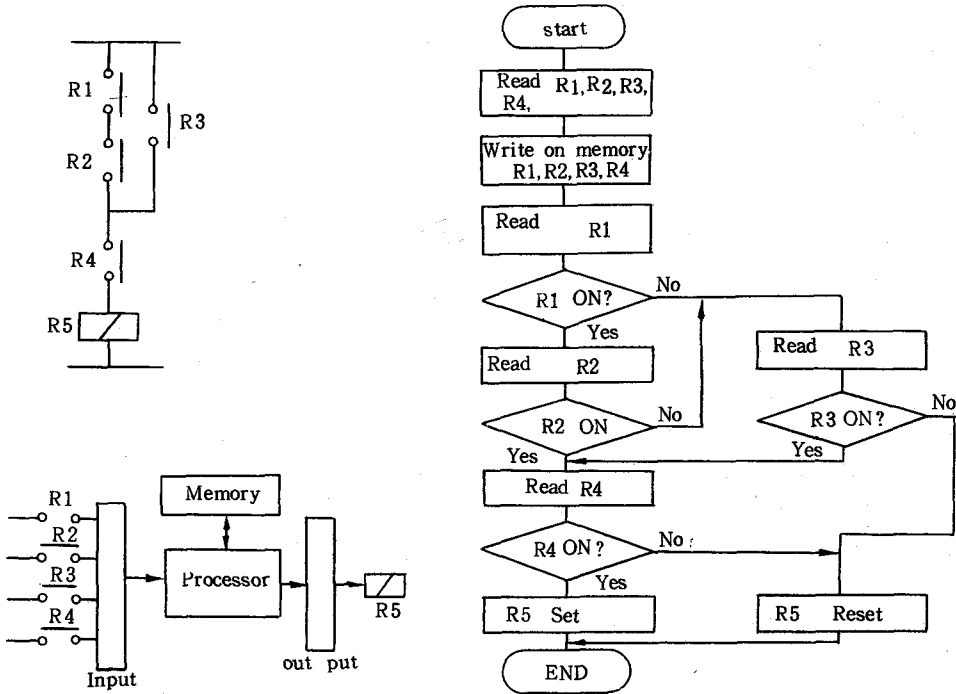


<그림-7> Block diagram



<그림-8>

이것은 종전의 선연결에 의한 제어와는 개념 자체의 차이가 있다. memory에 기입되어 있는 내용이 schematic diagram과 동일한 역할을 하는 것으로 종전과 같은 Sche-

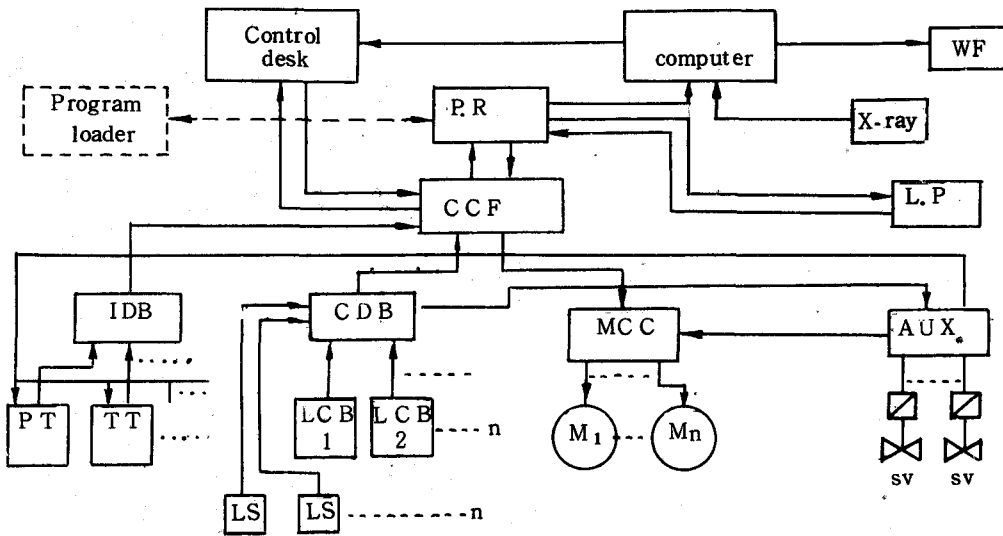


<그림-9> Flow chart for programming

matic diagram이 필요가 없으며 설비의 개조 증설시 배선, 접점의 변경 대신 program을 변경함으로써 이를 대처할 수 있다. 또 plant process에 따른 독특한 회로의 구성이 필요없고 표준 제품으로서 어느 plant에나 적용시킬 수가 있어 종전과 같은 M.C.C 제작의 번거로움을 덜수가 있다.

J. Von Neumann(1902~1957)의 stored program 방식을 제창한 이후 1946 ENIAC을 시초로 computer 時代를 맞이하였고 이후 많은 개발을 거쳐 현재에 이르렀다.

stored program 방식은 각 입력 처리 방법을 명령의 집합인 program 이라는 형식으로 memory에 넣어 두고 이것을 차례로 읽어 해석하고 처리를 실행한다. 각 입력에서 가해진 data 또는 digital 정보가 어떻게 처리되는가는 data가 저장되어 있는 memory의 address 또는 input port 번호를 처리하는 명령(instruction)이 내용에 따라 결정된다.



- I.D.B ; instrumentation distribution box.
- A.U.X ; auxiliary panel.
- L.P ; local panel.
- C.D.B ; contol distribution box.
- P.R ; Procentic (programmable controller)
- C.C.F ; cross connection field.
- M.C.C ; motor control center
- I.C.B ; local control box

<그림-10> Block diagram of procontic.

programmable controller는 논리 연산 명령, 지연 명령, 入出力 지정 등 몇가지 간단한 명령으로 되어 있다.

기기의 구성은 CPU memory I/O unit 등으로 되어 있어 micro computer와 유사하나 명령의 수가 적고 간단한 관계로 computer보다 훨씬 간단한 구조로 되어 있으며 memory (P.ROM)에 정보를 기억시키는 program loader가 별도로 되어 있다.

실제 programmable controller를 cement plant에 설치하는 경우 controller와 구동기기의 운전 전압 차이 등을 해결하기 위하여 matching部分이 필요하며 plant process에서 고장 발생시 고장 내용과 시간을 기억하고 각 desk에 나타나는 instrumentation을 기억 또는 제어를 하는 micro computer와 함께 사용하는 것이 보통이다.

각 제어 장치마다 독특한 특성이 있어 이를 선택하여 cement plant에 적용하는 경우 신뢰성 있는 제어를 위하여 충분한 사전 검토가 필요하다.

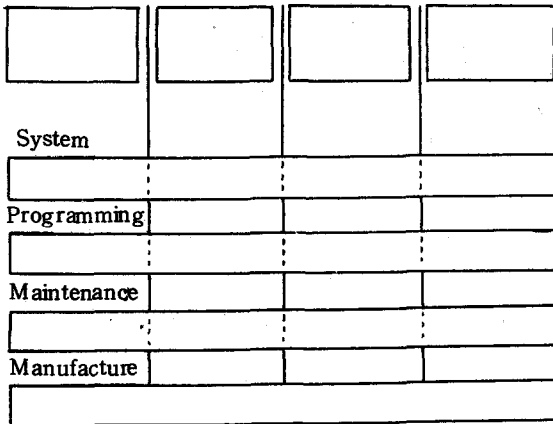
control system을 계획하는 경우 다음과 같은 점을 충분히 고려하여야 한다.

1) 현장 조작 용품에 대한 방진 방수 대책

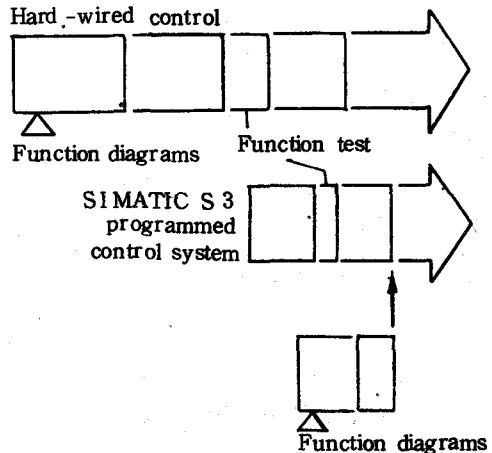
cement plant의 일반적인 주변 환경은 먼지, 습기, gas 등 좋지 않은 상태로서 분진에 의한 접촉 불량 습기, 부식에 의한 오동작 등이 종종 발생하여 문제가 되는 경우가 있다. 이를 방지하기 위하여는 충분한 사전 대책이 필요하다.

2) limit switch, relay, Push button switch 등의 접촉 불량을 방지하기 위하여 high level의 電壓에서 授受하도록 한다. 예를 들면 24 V, 48 V, 60 V 등.

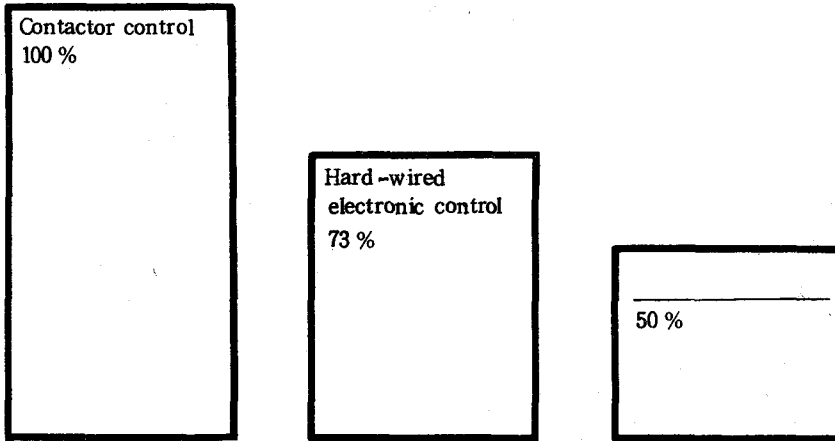
3) 외부 제어선을 장거리 포설할 경우 control cable에 유도 전압이 유기되지 않도록 유도 전압 방지 회로를 첨가시켜야 한다.



<그림-11> 각 제어 장치의 비교



<그림-12> 제어 장치 공정



〈그림-13〉 Engineering cost 비교

4) 반도체를 사용하는 경우 외부 noise 혹은 내부 noise에 의한 오동작이 발생하지 않도록 noise 제거 장치를 설치하여야 한다.

5) 운전 및 보수 요원의 직무 교육

긴급 고장 발생시 신속한 보수와 점검을 위하여 운전 및 보수 요원은 충분한 기능을 가지고 있어야 하며 그렇지 못할 경우 직무 교육을 통하여 이를 보충시켜야 한다.

3. cement plant 용 제어 장치의 국산화

몇년 전만 하여도 국내에는 성능을 보장할 만한 전력용 기기를 전문적으로 제조하는 maker 가 없어 plant 수입시 전기 용품도 함께 도입하여 외국산 전력 용품 및 control 설비를 설치하였다. 근래 과거에 설치하였던 설비에서 고장의 빈도가 높아지고 spare part 의 구입이 어려워짐에 따라 공장 운영에 곤란한 점이 종종 발생한다.

현재는 전력 용품의 국산화 추진과 국내 기술의 축적으로 그 동안 cement plant 에 있어서의 문제를 검토 보완을 충분히 하여 국내에서도 몇가지 部分을 제외한 모든 전기 용품의 제작이 가능하여 졌다.

이제 국내에서 제작할 수 있는 control 설비를 검토하여 cement plant 등 산업 분야에 적극 국산화를 추진하여야 할 것이다.

현재 국산화가 이루어지고 있지 않은 control system 에 관하여 국산화의 문제와 가능성을 검토하여 보기로 한다.

1) 반도체 조합 제어 장치

이러한 형식의 제어 장치는 주구성 部品이 반도체 소자로서 이미 이러한 제어 장치

이외의 반도체 소자 응용 전자장치의 개발 및 소자의 개발이 이루어져 있어 회로 설계의 기술 및 部品의 제조가 충분히 국내 생산 가능한 수준에 도달되어 있다.

그러나 반도체를 이용한 산업용 제어 장치가 국내 생산되고 있지 않은 주된 원인은 크게 3가지로 생각할 수 있다.

a) 과거 사용하던 system에 대한 타성과 새로 개발된 system에 대한 지식 및 신뢰성의 의심 등으로 사용 기피

b) 보수 유지 및 spare part 확보에 대한 우려

c) 국내 시장의 협소로 인하여 개발의 필요성 및 손익 관계에서 밝지 못한 전망으로 인한 maker의 개발 기피 등으로 현재까지 개발이 늦어지고 있다.

또한 cement plant의 대형화 추세에 따라 복잡하여지는 제어 장치의 경향을 cover하기 위하여 control system을 소형화 능력의 극대화할 필요가 있다. 이러한 관점에서 반도체 조합 control system은 가장 기본적인 요소로서 필요시 발전된 system(programmable controller 혹은 process computer)으로 개조시 원형 그대로 사용할 수 있다. 그러므로 반도체 조합, 제어 장치는 국산화 과정에서 우선적으로 개발되어야 할 단계이다.

2) Programmable Controller

前述한 바와 같이 hard-wired system(relay 조합에 의한 제어 방식 또는 no contact relay 제어 방식)이 아니고 soft-ware에 의한 control system으로서 정해진 process에만 적용되는 것이 아니고 증설, 개조시에 program에 의한 간단한 조작으로 sequence가 바뀌므로 광범위하게 응용이 가능한 system이다.

이와 같은 특징을 가지고 있어 cement plant뿐만 아니라 他 화학 plant 등 연속 공정의 plant 또 공작 기기 등 광범위하게 응용을 할 수 있다.

이의 구성은 CPU(central process UNIT), resistor, ROM(read only memory) RAM(random access memory) logic IC 등으로 구성되어 있다.

이미 금전 등록기, 자동식 전자 교환대 등은 국내 제작 판매되고 있다. 이들의 기본적인 구성은 programmable controller와 비교하여 거의 동등한 구조와 제작 기술로 제조되고 있다.

소요되는 IC의 개발도 시급한 문제이지만 우선 回路設計 control process 연구 등 system 개발이 필요하다. 이러한 문제를 해결하기 위하여는 한국 통신 연구소와 비슷한 전문 연구 기관이 필요하며 현장과 연구실이 협조하는 제도가 이루어져야 한다.

4. 結 論

plant 및 기술의 도입에서 이제 plant와 기술을 수출하는 時代로 바뀌어가고 있다. 더욱 control system은 plant 운영을 어떻게 효율적으로 하느냐와 직결되는 문제이다. 本文에서 일반적인 설명으로 그쳤으나 여러가지 control system을 검토함으로써 차후 설치할 system에 대한 대책과 국산화의 문제점을 살펴보았다.

이제 우리가 받아들여야 할 기술과 동원할 수 있는 능력의 범위를 파악하여 빠른 시간 안에 우리의 것으로 하여야 할 시점이 되었다고 생각한다.