

전력설비종합자동화에 이용되는 각종 Transducer 에 관한 연구
(STUDY ABOUT ALL SORTS OF TRANSDUCER USED IN TOTAL AUTOMATION)

문 국 연, 김 희 문
MOON GOOK YOUN, KIM HEE MOON

한국전력공사 전자통신처
ELECTRONICS & COMMUNICATION DEP. KEPCO.

Transducer interfaces computer system with electric system. It is important in electric automation system. The characteristics, sorts, component of transducer is introduced in this paper. Previously, in order to support comprehension of transducer, we explain the necessity of computer system control, system components, the principle of operation.

1. 서론

오늘날 COMPUTER 의 급속한 발전에 따라 산업 설비 자동화가 급속히 발전하고 있으며 그 일환으로 전력설비의 종합자동화가 추진되고 있다. 전력설비의 자동화는 발전소 자체의 제어, 기록 등의 자동화, 즉 POWER PLANT CONTROL AUTOMATION 과 발전 송변전, 배전 등의 계통별 자동화 즉 POWER SYSTEM CONTROL AUTOMATION 으로 대별된다. 이러한 전력설비 자동화는 COMPUTER 에 의한 제어가 요구되며, 이 경우 입력부분에는 다양한 전력설비와 전산 설비간을 interface 시키는 TRANSDUCER 가 중요한 역할과 비중을 차지한다. 이러한 TRANSDUCER 의 설명에 앞서 이해를 돕기 위해 COMPUTER 제어의 필요성과 구성, 동작 원리 등을 DDC (Direct Digital Control) 를 예로 들어 설명하고자 한다.

2. COMPUTER 제어의 필요성

COMPUTER 제어는 Digital Computer 를 ON-Line Real Time 으로 구성하여 process 를 제어하는 방법으로 구미 선진국에서 1960년 때에 급속히 발전하였다. 그 이유로는 PLANT 규모의 증대, 단위 생산량의 증대에 따른 CASCADE 제어나 FEEDBACK 제어를 많이 사용하고 신제어 이론을 적용한 단면지, 나아가 노동력을 유효하게 이용하기 위한 조작성의

향상, 집중화에 의한 고밀도 계장 SYSTEM 이 추진되지 않으면 안되기 때문이다. 그리고 종래부터 사용되던 ANALOG 조절기는 LOOP 제어 설계시 LOOP 에는 많은 연산기가 필요하며 또 목표치 설정을 때 부분 수동으로 해야지만 제품 균일화 SEQUENCE 의 자동화 성립을 위해 COMPUTER 에 의한 자동설정이 희망된다. 이러한 목적을 만족하기 위해 COMPUTER 는 고속성, 시분할 다중방식에 의한 다수의 LOOP 제어에 고속 연산을 집중적으로 할 수 있다.

3. COMPUTER 제어의 계층적 구성

COMPUTER 를 POWER PLANT CONTROL 에 도입하는 경우 경제적이며 충분한 신뢰성을 갖추어 구성하고 그림과 같이 계층적 제어 SYSTEM (Hierarchy Control System) 이 그려지고 있다.

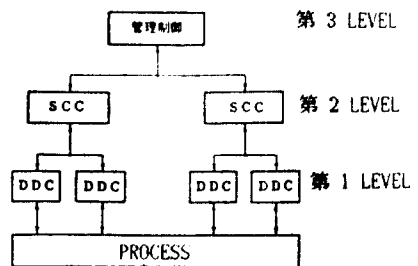


그림 1. 계층적 제어 SYSTEM 구성도

이런 목적의 COMPUTER 적용 구성법은 다음과 같다.

가. 제 1 LEVEL 에는 직접 PROCESS 에 직접 투입되어 제어하는 DDC 를 채용한다.

나. 제 2 LEVEL 에는 범용성이 있는 COMPUTER 를 사용하여 PLANT 의 최적제어 조업조건을 결정등을 하는 SCC(Supervisory Computer Control) 로 구성된다.

다. 제 3 LEVEL 에는 기업경영방침에 기초한 각 PLANT 의 생산 계획을 세우고 생산지령을 내보내는 관리제어 LEVEL 이다.

이런 계층적 제어 SYSTEM 은 각 LEVEL 업무에 상응하는 COMPUTER 가 채용되어 SYSTEM 전체의 신뢰도와 경제성을 유지하는 것이 핵심이 된다.

4. DDC 의 특징

PLANT 를 계장하는 경우 제어 대상의 특성으로부터 FEED BACK 제어, CASCADE 제어, FEED FORWARD 제어, SAMPLE 제어, SEQUENCE 제어 등 여러 종류의 제어동작이 요구된다. 이러한 제어기능을 종래의 ANALOG 계장제어로 실현하는 경우 종종 HARDWARE 를 조합하여 얻는다.

DDC 에서는 HARDWARE 적으로 같은 입력, 출력 장치를 필요한 수만큼 준비하고 SOFTWARE 에 의한 각종 제어연산 BLOCK 을 구성하고 이러한 PROGRAM 조합으로 원하는 연산기능을 결합하는 방법이 자유롭다. 또 각종 설정치 변경이 용이하고 고도의 제어성이 가능하다.

5. DDC 에 의한 제어동작과 그 역할

제어성을 개선하기 위해 FEED FORWARD, SAMPLE 치, CASCADE 제어가 주로 채용된다. ADVANCED 제어는 DDC 의 상위인 SCC 로 실행하는 경우가 있지만 이 경우는 DDC 와 SCC 와 쉽게 결합하는 이점이 있어야 한다. 조작성의 향상을 위해 여러가지 제어동작을 상호관련지어 세밀하고 정확한 SEQUENCE 제어가 가능하다.

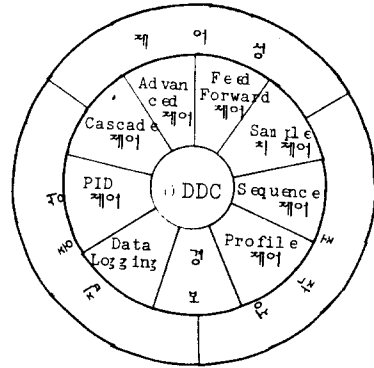


그림 2. DDC 에 의한 제어동작과 역할 또한 집중화 목적으로 PID 제어, DATA LOGGING CASCADE 제어, ALARM 기능등을 설치한다. 이처럼 DDC 는 제어성, 조작성, 집중화를 요구하는 것으로 이것들은 상호 관련이 있고 적용되는 PLANT 실험에 맞게 SYSTEM 을 구성하여 운전모듈을 기한다.

6. DDC 의 구성

DDC 는 그림과 같이 CPU 를 중심으로 많은 입출력 장치가 구성되고 통상 PROCESS의 변수는 ANALOG 신호 또는 PULSE 신호이다. 이러한 신호 발생기로부터 입력 MULTIPLEX 에 의해 많은 입력 POINT 중 필요한 1점을 선택 A/D 로 변환, 결과를 DIGITAL 로 읽는다. 그 다음에 이 LOOP 에 대한 지정된 연산을 실시한다.

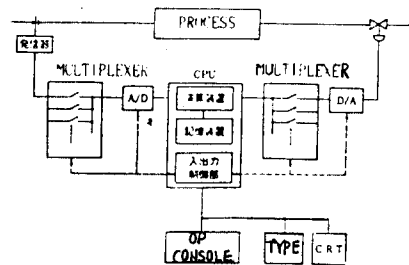


그림 3. DDC SYSTEM 구성도

이 경우 각 BLOCK 별로 연산식의 종류, 목표치, 제어 PARAMETER, 과거의 DATA, 접속선(출력)등을 주기억 장치로부터 불러내 연산 결과를 구한다. 이처럼 BLOCK 을 조합에 의해 원하는 제어 연산별로 할 수 있지만, 간단한 연산은 연산결과를 직접 출력 MULTIPLEX 로 출력한다. 출력연산결과는 DIGI-

TAL 량으로 D/A 변환 및 HOLD 회로에 의해 ANALOG 신호로 변환한다. 이 신호가 조작신호가 된다. (그림 4 참조)

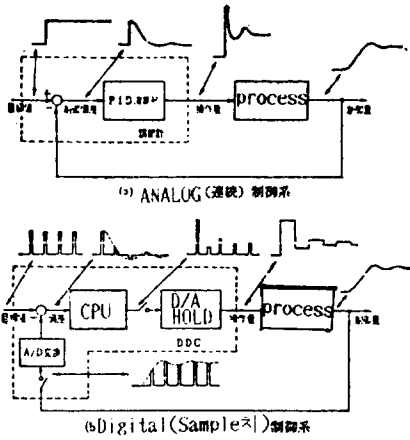


그림 4. ANALOG 와 DDC 의 비교

이처럼 다수의 LOOP 를 1개의 계산기로 제어할 수 있다. 여기서 OP CONSOLE은 조작원이 PROCESS 와 계산기간에 정보교환 조작반으로 다수의 LOOP 를 집중 처리하는 중요한 역할을 한다. 여기서 제어에 필요한 목표치, 제어 PARAMETER, 경보 설정치 등의 DATA BASE 를 입력하고 PLANT 정보의 표시, 경보, PROCESS 의 운전, 기동지령과 차단지령 등은 TYPE, CRT 등을 통해 OP CONSOLE 에서 수행한다.

7. TRANSDUCER

T/D 는 SYSTEM 의 안정도, 정도, 신뢰도를 유지하는 중요한 요소로서 출력신호는 아래와 같이 공기압신호 방식과 전기신호 방식으로 대별되며 취급되는 T/D 입력은 전압 (V), 전류 (A), 전력 (W) 무효전력 (VAR), 전력량 (WH), 온도, 압력 등이다.

가. T/D 출력신호 방식

- (1) 공기압 신호 방식: 공업계측에서 전송신호의 크기는 세계적으로 $0.2 \sim 1.0 \text{ Kg/cm}^2$ 로 통일되어 있고 미국은 $3 \sim 15 \text{ PSI}$ ($0.21 \sim 1.05 \text{ Kg/cm}^2$) 이며 PNEUMATIC CONTROL

에서 많이 이용되나 전산기에 의한 제어에는 잘 사용되지 않는다.

- (2) 전기신호 방식: 전기신호는 응답이 빠르고 전송에서 누설이 없는 장점이 있고 열기 전력, 저항, Bridge 의 전압처럼 직접 전기적으로 측정 가능하며 전송거리가 먼 경우에도 유리하며 또 COMPUTER 와 결합이 공기압신호보다 용이하며 일반적으로 사용되는 출력신호는 DC $4 \sim 20 \text{ mA}$, $10 \sim 50 \text{ mA}$ 또는 $0 \sim 1 \text{ mA}$ DC 전류가 많으며 이 신호의 큰 특징은 정해진 범위내에서는 선로 저항 변화에 의한 영향이 없다.

이상에서와 같이 DDC 에 사용 되는 전기신호 방식의 T/D 중 전압, 전류, 전력 등의 T/D 에 대하여 동작원리 특징 등을 검토하고자 한다.

나. 전압 / 전류 T/D

AC 전압 / 전류를 측정하여 $0 \sim 1 \text{ mA}$ DC 출력 전류를 공급한다. 이 T/D 는 $50 \sim 500 \text{ HZ}$ 의 주파수 범위내에서 동작하며 입력단자, 출력단자와 CASE 간에 IEEE SWC (Surge Withstand Capability) TEST 와 고압절연 (1500 VAC) 시험을 실시하였으며 자세한 사양과 동작도는 아래와 같다.

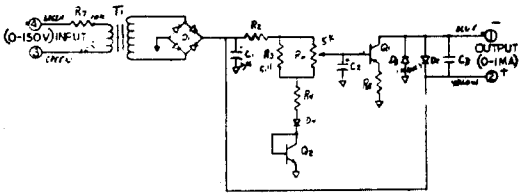
(1) 전기적 특성

- (가) 입력전압: $0 \sim 120 \text{ V} / 0 \sim 5 \text{ A}$
- (나) 과부하전압: $150 \text{ V} / 10 \text{ A}$
- (다) 부 담: 0.25 VA
- (라) 주 파 수: $50 \sim 500 \text{ HZ}$
- (마) 정 확 도: $\pm 0.25 \%$
- (바) 응 답 속 도: 400 ms
- (사) 조 정 범 위: $\pm 10 \%$
- (아) 절 연 내 력: 1500 V rms
- (자) Element: 1 EA
- (차) 주 위 온 도: $-20 \text{ C} \sim +60 \text{ C}$

(카)출 력: 0 - 1mA DC

(타)부하저항: 0 - 10 Kohn

(2) 동작도



다.유효 전력/무효 전력 T/D

유효 전력/무효 전력 변환기는 그 신뢰도의 전자계측기로서 입력에 정확히 비례하는 DC 출력 전류를 공급한다.

본 변환기의 시리즈에는 1, 1-1/2, 2, 2-1/2, 3 Element 의 5종류가 있다. 정상 입력범위는 Element 당 120V , 5A 이며 표준출력전력은 0 ~ 10 K 옴의 부하에 1 mA 를 흘릴때 Element 당 500 WATT 이다.

자세한 전기적 특성과 동작도는 아래와 같다.

(1) 전기적 특성

(가) 입력범위: 전압 0 - 150 V , 전류 0 - 10 A

(나) 과 부하: 전압 175 V , 전류 15 A

(다) 부 담: PT 0.05 VA/Element (120 V에서) CT 0.1 VA/Element (5 A에서)

(라) 주 파수: 60 HZ

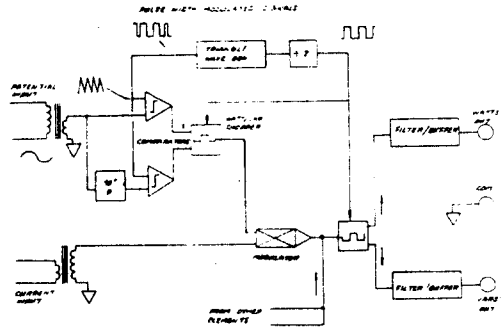
(마) 정확도: ± 0.2 %

(바) 응답속도: 400ms 이내

(사) 조정범위: ± 2 %

(아) 절연내력: 1800 V rms

(2) 동작도



라. 전력량 T/D의 전기적특성 및 동작도

(1) 전기적 특성

(가) 입력조건: 전압 0 - 150 V , 전류 0 - 10 A

(나) 과 부하: 전압 250 V , 전류 15A

(다) 부 담: 0.2 VA / 1 Element

(라) 주 파수: 58 - 62 %

(마) 정확도: ± 0.2 %

(바) 응답속도: 400 ms

(사) 조정범위: ± 1%

(아) 절연내력: 1500 V rms 1분간

(자) 허용 리플: 0.5 % 이하

(차) 입력전력! 500W/Element (120 V, 5A , 60 HZ 조건서)

(카) WATT 변환출력: 600 CPU

(타) Element 수: 3 개

(파) 주위온도: - 20 C - + 60 C

(하) 출 력: 0 - 1mA DC

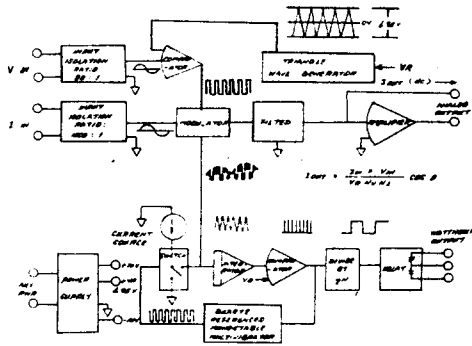
(거) 부하저항: 0 - 10 Kohn

(니) 보조 전원: 85 - 135V , 58 - 62 HZ

(댜) Surge 감당능력: Withstand

IEEE SWC test

(2) 동작도



8. A/D 변환

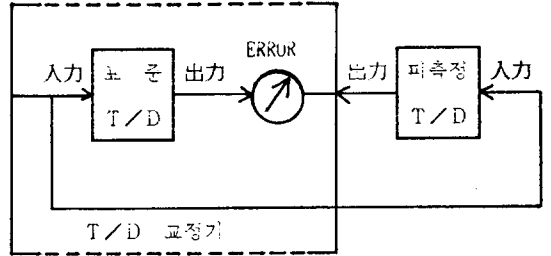
T/D 에 의한 0 - 1mA 의 DC 전류에 상응하는 Digital 신호로 변환하여 Computer와 Digital 적으로 연결되며 이때 Digital 신호는 Sign Bit 를 포함한 12 Bit 에 의해 표현될 경우 \pm FULL SCALE 에서 +127 ~ -128 Step 으로 나타낸다.

입력 ANALOG ($\pm 1 \mu A$) 와 출력 Digital 값은 아래와 같다.

	D_{11}	D_{10}	D_9	D_8	D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
+ Full Scale	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Zero	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
- Full Scale	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

9. T/D 고정

T/D 사용중 부품 열화등으로 오차 발생을 수시로 점검하여 교정이 필요하며 이때 특별한 고정기가 요구되며 그 동작 원리는 고정기내의 정밀한 표준 T/D 와 피측정 T/D 간의 값의 차이를 읽으면 동작원리는 아래와 같다.



10. 결론

TRANSDUCER 는 COMPUTER 에 의한 자동 제어 설비를 포함한 각종 자동화 설비의 입력장치로서 SYSTEM 의 신뢰도, 정확도등에 중요한 역할을 하기 때문에 자동화설비 종사자로서는 TRANSDUCER 의 특성과 동작을 이해하고 최상의 상태로 유지하고 보수 관리할 수 있는 기술축적을 연구하여야 하며 또한 전력설비 자동화 부서를 비롯한 산학 연구기관이 협동으로 공동 연구추진을 위해 지속적인 연구개발이 요청되고 있다.