

한국형 배전자동화 시스템 개발 <4>

KODAS용 통신단말장치

정 인 균

이천전기공업(주)중앙연구소

1. 개 요

최근 경제규모의 확대와 고도정보화 시대의 진전으로 전력에 대한 서비스 및 공급신뢰도의 향상이 절실히 요구되고 있다. 이를 위해 전력설비들은 점차 전력계통의 자동화 운전에 의존하게 되었으며 이에 따라 효율적인 감시제어 수단의 연구개발이 필요하게 되었다.

전력계통의 하위계층인 배전계통은 수용가와 직접 연결되어 있어서 공급신뢰도와 부하관리에 직접적인 영향을 주고 있으나 상위계층에 비해 복잡하고 감시제어 대상이 광범위하게 분산되어 있기 때문에 배전설비에 대한 감시제어가 어려웠는데 최근의 통신 및 컴퓨터 기술의 발달에 의해 자동화가 가능하게 되었다. 이와 같은 배경으로 국내에서도 1980년 중반부터 이에 대한 관심을 갖고 연구를 시작하여 1988년도에 경기도 수원 지역에서 배전선 반송방식의 실증 시스템을 도입하여 운전 효과 분석 및 시스템 성능 분석을 실시하였다.

이것을 기점으로 하여 국내 배전자동화 시스템에 대한 국산화 개발이 추진되었다.

KODAS 구성요소중 신경에 해당되는 통신과 실제적인 동작으로 제어대상을 제어하는 단말장치는 전체

시스템 구성요소중 2/3를 차지하는 중요한 요소이다. 이러한 통신장치는 전용 통신선용 중계장치인 변전소 통신제어장치(SCCU)와 이에 따른 개폐기를 동작시키는 배전제어장치(FRU), 전력선 통신중계장치인 선로 통신제어장치(FCCU) 그리고 수용가의 위치 검침 및 부하제어를 담당하는 수용가 단말장치(CRU)로 나누어진다.

각 장치별 기본적인 기능과 구성 및 실증시험장을 통한 시험에 대하여 알아보면 다음과 같다.

2. KODAS용 통신단말장치 개발

가. 변전소 통신제어장치 개발(SCCU)

(1) 기능

일반기능

-중앙제어장치(Host Computer)와 배전제어단말장치(FRU) 및 선로통신제어장치(FCCU) 사이에 위치하여, 전용 통신선을 전송로로 하여 Data 통신제어기능을 갖는다.

-Host의 명령에 의하여 정해진 순서로 FRU와 관련

된 상태정보를 처리하는 기능을 포함한다.

주요기능

- Host와의 통신 기능 : 비동기 통신방식으로 Point to Point 회선 구성으로 RS-232C 접속을 통한 1200bps 속도의 통신이다.
- 단말과의 통신기능 : 비동기 통신채널로 Multi-Drop 방식이며 다수의 단말기와 1대 N의 통신방식을 취한다(300bps).
- 수신 Data의 Error에 따른 재송신 요구기능과 수시로 변경되는 단말기 주소의 생성 및 삭제, 특성 FRU에 대한 Data 송신 요구 기능 등이 있다.
- Modem부는 Host와는 전용선 Modem을 사용하고 단말기와는 제작된 Modem을 사용하여 단말기마다 Multi-Drop에 따른 임피던스 변화를 고려하였다.

(2) 구성

- 구성의 큰 요소는 Logic부와 모델부 그리고 케이스트 구성되며 위치장소는 변전소 구내이다(그림 1 참조).
- Logic부는 16bit 마이크로 프로세서가 모든 사항을 관장하며 모델을 통한 송수신 Data의 Error Check와 Host의 Command 분석을 통해 해당 채널의 선택 등의 동작을 실행한다.
- 모델부는 전용통신선용 300bps 모델과 Host와의 1200bps 모델으로 나누어지며 보안기 및 Filter를 이용하여 외부의 서지 및 기타 Noise를 제거하고 있다.

(3) 실증시험을 통한 고찰

- 개발한 전용선 모델이 채택하고 있는 FSK방식 모델 성능평가로 송신출력, 에러율을 측정하여 개발한 통신선 모델 제반 특성을 측정 평가하였다.
- 송신레벨 특성
 - 통상모델의 송신레벨은 0~-15dBm (혹은 0~31dBm)이나 전화선이 아닌 전용 통신선과 측정 방법과 측정 결과는 아래와 같다(그림 2 및 그림 3 참조).

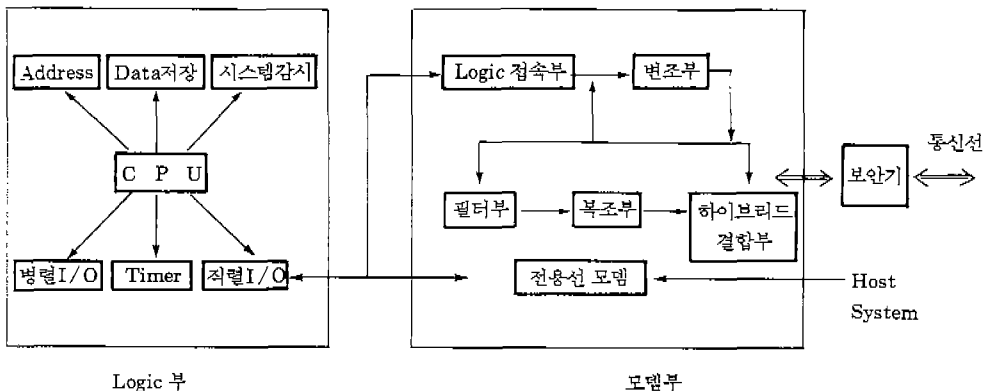
그림 3(a)는 트랜스퍼머 1차측, 그림(b)는 트랜스퍼머 2차측 선로레벨로서 중심 주파수에서 각각 -2.6dBv, -3.8dBv로 이를 절대 레벨로 환산하기 위하여 다음과 같은 과정을 거친다.

$$20\log \frac{x \text{ volt}}{1 \text{ volt}} = \text{dBv}$$

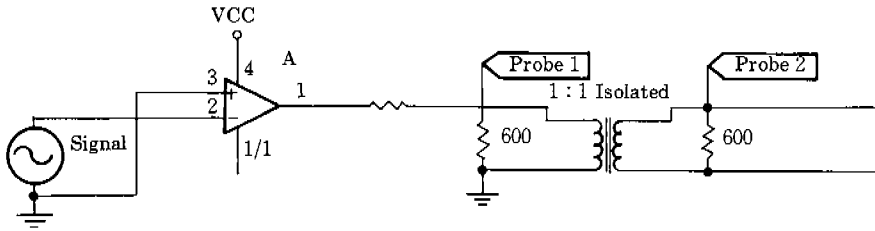
$$20\log \frac{P_{mv}}{1mv} = \text{dBm}$$

그러므로 -2.6dBv, -3.8dBv는 각각 0.741 volt, 0.646 volt이고 측정 임피던스는 75Ω이므로 전력 P는 7.32mw, 5.64mw가 되어 1차측 송신레벨은 8.64dBm, 2차측은 7.45dBm이다.

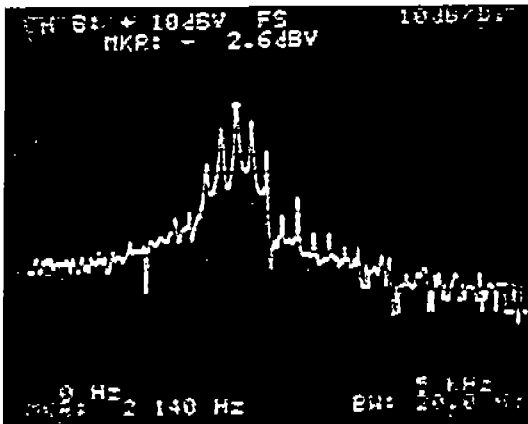
데이터 에러율과 측정에 사용된 Transmission Analyzer(Anritsu MD 6420A)는 여러 유형의 패턴 발생 장치기능이 있어 직렬 비트를 내보내거나 데이터를 블록으로 만들어 전송할 수 있으며 이미 약속된 비트 패턴 혹은 비트 블록 패턴을 내보내면 이들 데이터가 자체 궤환된 모델을 거쳐 Transmission Analyzer로 전달된다. 이를 수신한 Transmission Analyzer는



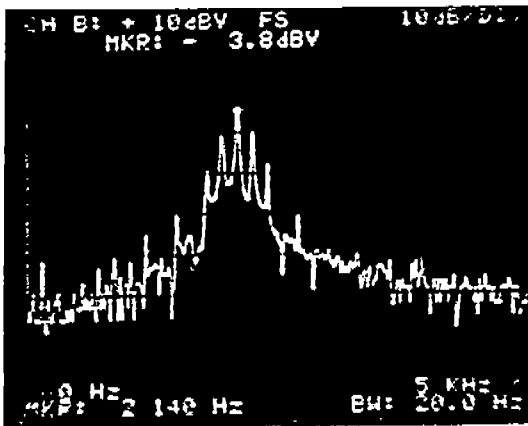
〈그림 1〉 SCCU 구성도



〈그림 2〉 송신레벨 측정 구성도



(a) Matching Transformer 1차측 파형



(b) Matching Transformer 2차측 파형

〈그림 3〉 송신레벨 측정파형

수신한 데이터를 패턴 비교기로 보내 몇 개의 비트에러 혹은 블록에러가 발생하였는지를 디스플레이에 표시하게 된다(그림4 참조).

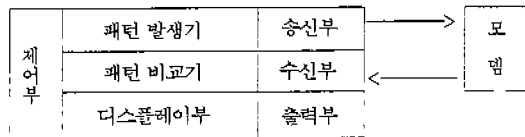
비트에러율은 보통 10^6 개의 Mark와 Space로 구성된 도트 패턴을 보내 수신측에서 에러 유무를 판단한 후 만일 에러가 5개 발생하였다면 비트 에러율은 5×10^{-6} 으로 표시된다.

$$E(\text{비트}) = \frac{\text{에러가 발생한 비트}}{\text{총 전송한 비트수}}$$

블록에러율 E(블록)도 마찬가지로 다음과 같이 표시된다.

$$E(\text{블록}) = \frac{\text{에러가 발생한 블록}}{\text{총 전송한 블록수}}$$

이때 사용되는 블록의 크기는 CCITT에서 정의한 511 비트가 주로 사용되며 511 비트중 한 비트의 에러가 발생한 경우에도 그 블록은 에러 블록으로 계산된다(표 1 참조).



〈그림 4〉 에러율의 측정 구성도

〈표 1〉 CCITT의 최대 비트 에러율 권고안

| 변조 속도 | 회선의 종류 | 에러율 |
|-------|--------|--------------------|
| 1200 | 공중선 | 10^{-3} |
| 1200 | 전용선 | 5×10^{-5} |
| 600 | 공중선 | 10^{-3} |
| 600 | 전용선 | 5×10^{-5} |
| 200 | 공중선 | 10^{-4} |
| 600 | 전용선 | 5×10^{-5} |

국내의 경우 체신부령인 전기통신기술기준 제3장은 데이터 전송에 대해 정의하고 있는데 그중 34조는 비트 에러율의 한계치에 대해 정의하고 있다.

표 2는 이를 보여준다.

〈표 2〉 CCITT의 최대 비트 에러율 권고안

| 통신 속도 | 회선의 종류 | 최대허용 비트 에러율 |
|----------------------------------|--------|-----------------------|
| 200 보오 또는 비트/초 | 교환 회선 | 5×10^{-4} 이하 |
| | 비교환 회선 | 5×10^{-5} 이하 |
| 600, 1200, 2400, 4800 보오 또는 비트/초 | 교환 회선 | 5×10^{-3} 이하 |
| | 비교환 회선 | 1×10^{-5} 이하 |

측정결과 비트 에러율은 10^6 이므로 변조속도 200baud CCITT 권고안과 국내 체신부 규격에도 잘 만족함을 알 수 있다.

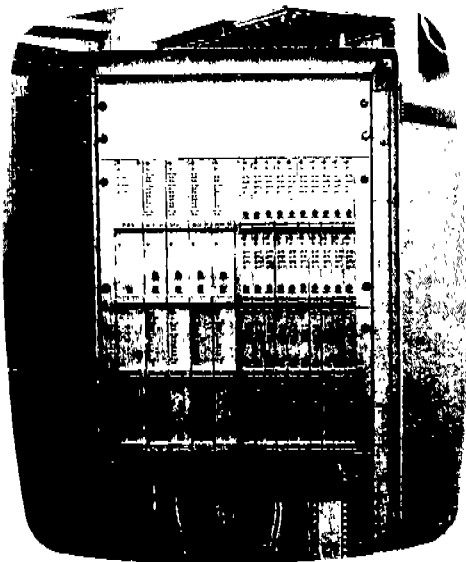
(4) 개발품 사진 (사진 1 참조).

나. 선로통신제어장치(FCCU)

(1) 기능

일반기능

- 중앙제어장치와 수용가 단말장치의 통신회선을 구성하기 위해 배전선로를 활용한 배전선 반송방식의 통신증제 기능과 신호결합기능을 수행한다.
- 변전소 통신제어장치(SCCU)와 수용가 단말(CRU) 사이에 위치하여 SCCU에서 CRU까지 명령을 수신하거나 변형하여 재송신하여 통신 Link상에 존재하는 명령어들은 CRU가 받아들일 수 있는 Format으로 FCCU에서 수신되고 변형되어 재구성된다.
- FCCU의 Carrier Transceiver는 재구성된 SCCU Command들을 SCU(Signal Coupling Unit)를 통해 Distribution Feeder로 주입한다.



<사진 1> SCCU

주요기능

- SCCU와의 Data 송수신 기능
- CRU의 Data를 주기적으로 수신하여 Back-Up 메모리에 저장하고 SCCU의 송신요구시 즉시 현재의 Back-Up Data를 송신하고 송신시 송신 Data량이 방대하므로 1회 송신량을 규정하여 송신하고 송신에러시 에러 발생시점으로부터 Data 단을 재송신토록 요구한다.

- CRU와의 Data 송수신 기능(1 : N)

- CRU Data 수신시 규정시간내에 불가할 경우는 해당 Back-Up Memory 내의 수신 불가임을 표시하여 SCCU로 송신하고 수용가의 생성과 삭제를 필요시 수행하며 CS의 명령에 의하여 CRU의 검침 Data를 수신하여 Back-Up Memory에 저장한다.

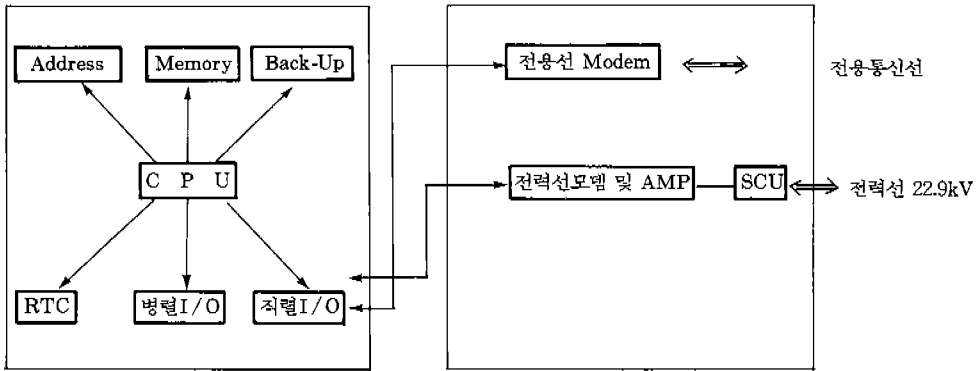
(2) 구성

- FCCU의 주요기능은 Logic부와 통신선, 전력선 모뎀 및 Signal Coupling 장치로 구성되었다(그림 5 참조).
- 중앙제어로부터의 명령은 SCCU 및 전용통신선을 통하여 수신하고 전력선 모뎀을 통하여 SCU로 직접 배전선에 신호를 주입하여 CRU로부터의 Data도 전력선을 통하여 수신한다.
- 전용선측은 Noise 및 기타 서지와 전력선측의 Noise 등은 모뎀 및 SCU에서 막아주며 옥외에 설치되는 장치로서 온도, 방습, 방열, 풍압 등 모든 자연조건에 견딜 수 있는 대책을 세워야 한다. 또한 가장 중요한 사항은 송신기 및 수신기와 전력선측과의 임피던스 매칭으로 전력선 임피던스 측정과 최적의 Power를 주입할 수 있는 매칭 방법이 강구되고 있다.

(3) 실증시험을 통한 고찰

(가) 실증 시험장 및 현장 시험 시스템

KODAS 연구개발 사업에서 필요로 하는 각종 파라미터 도출과 개발품에 대한 현장 특성시험 등을 실시하기 위해서 간이 실증시험장을 건설하였다. 이 시험장을 선로운전 자동화의 기능을 수행할 수 있는 최소한의 모델 계통으로 구성하였으며 선로전압은 구내 수전변전



〈그림 5〉 FCCU 구성도

소에서 6.6kV 전압을 받아 6.6kV/22.9kV 승압 변압기를 통해 공급받는다. 시험계통은 2개의 주변압기가 설치된 변전소를 모델로 하여 1개의 변압기당 1개의 Feeder가 수용한 계통으로 각 Feeder 공장은 100m로 구성하였다. 그리고 구간 개폐와 Loop 운전을 할 수 있는 자동화 개폐기를 설치하였다.

현재 시험을 하기 위한 통신 시스템 구성은 실증시험장의 Bank #3 변압기에 수용된 3개 Feeder를 대상으로 하였다. 선로운전 자동화용 개폐기의 상태감시 및 제어를 하기 위해서 통신선을 전송 매체로 한 FRU 14대와 부하제어 및 자동검침 기능을 수행하기 위해서 배전선 반송방식을 이용한 3대의 FCCU와 단말장치(CRU 대응)를 설치하여 동작 확인 및 통신 특성 등을 시험할 수 있도록 하였다. 그림 9는 본 연구에서 실시한 현장 시험 시스템에 대한 구성도와 전력계통도를 나타낸 것이다.

(나) 신호전송 시험

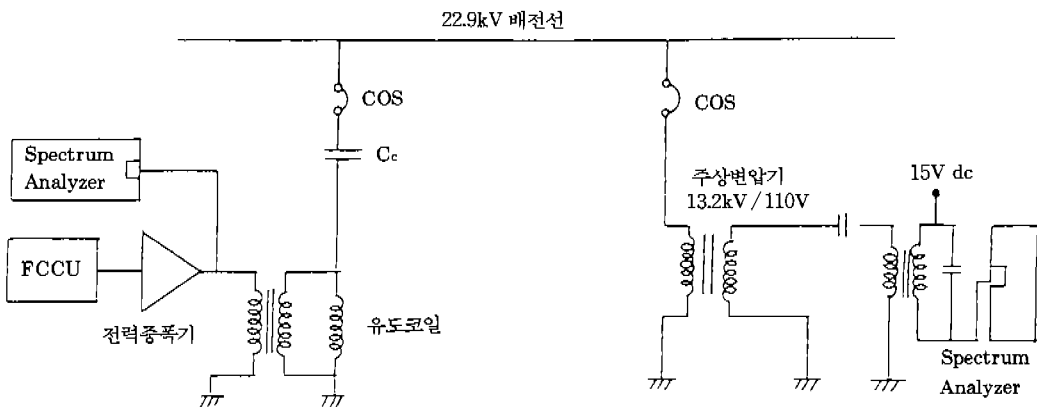
실증시험을 위한 각 통신장치들의 통신 링크 방식은 표 3과 같다.

〈표 3〉 선로구성방식

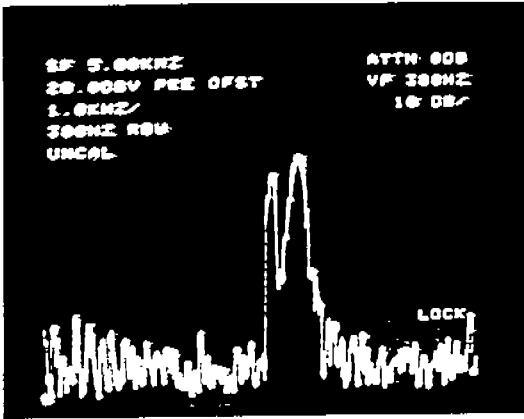
| 구성 매체 | 전송 매체 | 전송 속도 | 변조 방식 |
|-----------|---------|---------|-------|
| C/S↔SCCU | RS-232C | 1200bps | |
| SCCU↔FCCU | 전용통신선 | 300bps | FSK |
| FCCU↔CRU | 배 전 선 | 110bps | FSK |

반송주파수에 의한 시험대상선로의 주파수 전송특성을 측정하기 위하여 그림 6과 같이 측정회로를 구성하였다.

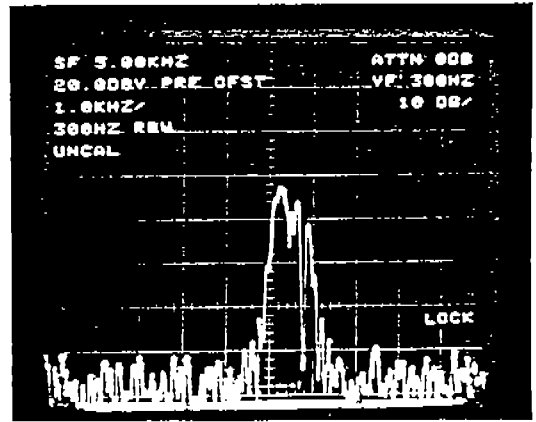
FCCU에서 전력증폭기를 통해 주입된 정현파의 크기는 100V_{P.P}이다. 정현파의 출력이 SCU의 정합트랜스로 주입되면 신호성분은 고압 커패시터를 경유하여 고압 배전선에 주입된다. 전송신호는 저압배전선에 연



〈그림 6〉 측정회로 구성도

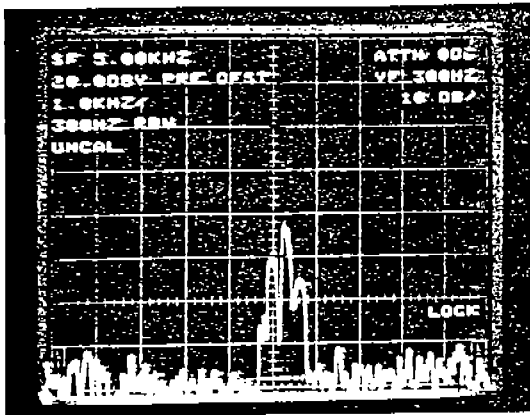


(a) 송신 출력 스펙트럼

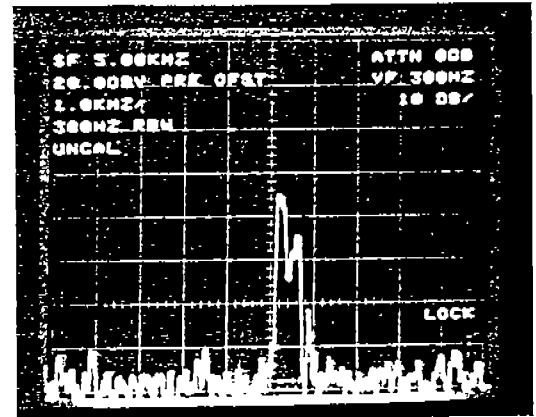


(b) 고압 배전선 주입점 스펙트럼

〈그림 7〉 FCCU 출력 스펙트럼파형



(a) 저압 배전선 수신 스펙트럼



(b) 공진 증폭된 수신 스펙트럼

〈그림 8〉 단말기 수신 스펙트럼파형

결된 단말측에 수신되며, L-C 병렬 공진회로에 의해 Q 배 만큼 증폭된 신호를 Spectrum Analyzer로 측정하였다. 또한 FCCU의 송신속도 측정하여 고압결합 커패시터 및 주상변압기에 의한 신호감쇄를 측정하였다.

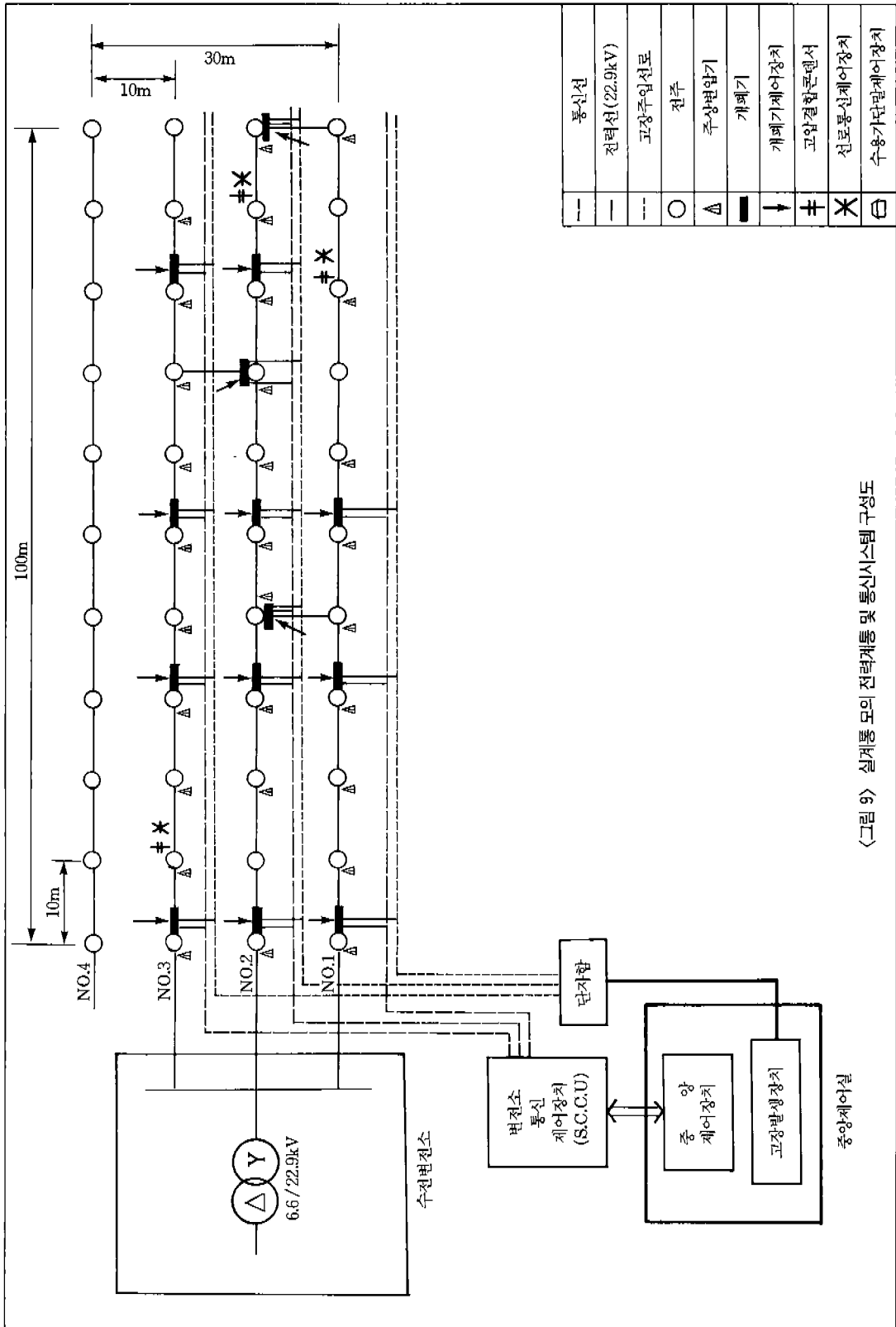
그림 7 (a), (b)를 비교해 보면 (a)는 전력증폭부의 출력이고, (b)는 정합트랜스를 거친 고압 배전선 주입단의 출력이다. 그림 7에서 보듯이 신호결합장치의 손실은 임피던스 부정합으로 인하여 약 7dB임을 알 수가 있다.

그림 8 (a)는 저압배전선의 수신 스펙트럼이며 그림 7(b)와 그림8 (a)에서 알 수 있듯이 고압배전선 특성 및 Step-down TR에 의한 전송손실은 약 10dB를 나타내고 있다.

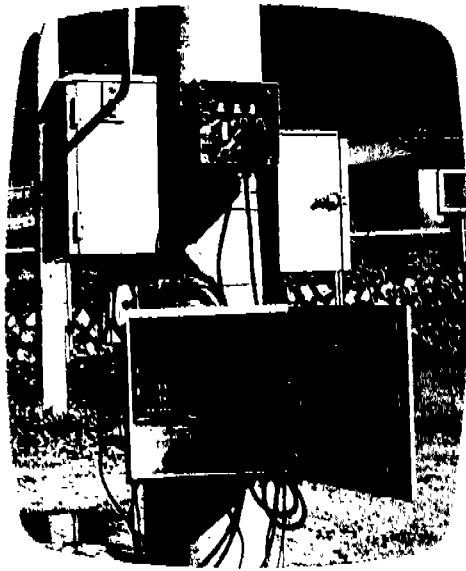
수신된 신호는 그림 8(b)에서 보듯이 L, C 공진회로에 의하여 약 6dB 증폭을 나타내었으며 전체 손실은 약 10dB의 감쇄를 나타낼을 알 수가 있었다. 또한 그림 7(b)의 S/N 비는 34dB 정도가 되므로 배전선 FSK 통신에 있어서 부하제어(One-Way 통신)의 S/N 비가 7dB, 자동검침(Two-Way 통신)인 경우에는 15dB를 만족하여야 한다.

실증시험시 부하변동 및 실제통의 상황이 아니므로 실제 배전선에서의 전력선 분기 및 잡음과 지역의 부하변동 등을 고려하여 FCCU의 Power를 정하여야 한다.

(4) 개발품 사진 (사진 2 참조).



(그림 9) 심계통 모의 전력계통 및 통신시스템 구성도



〈사진 2〉 FCCU

다. 배전자동화용 배전제어장치(FRU)

(1) 기능

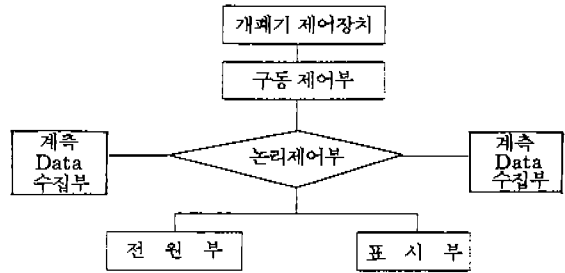
일반기능

- Data 수집 및 저장 : 개폐기의 On, Off 상태, 고장점 인식 상태, 고장전류 Data, Feeder Section의 3상 전압, 전류 등의 Data를 개별 및 다운로드 명령에 의해 일정시간 주기로 저장하고 중앙의 요구에 의해 Data를 전송한다.
- 제어명령 수행 : 중앙에서의 개폐기 제어명령 수신후 개폐기를 직접 제어

주요기능

FRU는 CS로부터 SCCU를 경유하여 명령이 전달되며, 약정된 신호레벨과 통신 Protocol에 따라 발송한다. 통신선에 의한 FSK 방식으로 변조된 신호를 FRU 내의 변·복조 회로에서 Digital 신호로 변화시켜 CPU로 입력시킨다. CPU 내에서는 이 변환된 신호를 S/W 적으로 검증 및 분석하여 어려가 없고, Address가 자신의 것과 일치된 경우에 한하여 주어진 명령을 수행한다. FRU는 개폐기의 원격제어, 개폐기 상태 감시, 배전선 구간 데이터 계측 등의 일을 수행한다.

제어명령인 경우 CPU는 적정 신호를 릴레이 구동부 트 보낸 이를 시행한다. 감시명령인 경우 CPU는 릴레이



〈그림 10〉 FRU 기본 구성도

이 구동부로부터 받은 상태감시 신호에 대하여 전달받은 명령의 종류에 따라서 상시 감시중이던 데이터와 필요한 데이터를 감시하여 이를 조합하여 신호를 발송한다. 계측 명령인 경우 CS의 요구에 맞추어서 3상 전압 분 및 전류분에 대한 데이터를 가공하여 전송하는 등의 역할을 한다.

(2) 구성

FRU의 구성도 계측 Data 수신부, 개폐기 제어장치부, 송수신 제어부(모뎀), 표시부 전원부 등으로 나타내며 그림 10 과 같다.

위의 구성도를 가지고 아래 표 4와 같이 11점의 감시상태 입력과 5점의 제어출력, 배전선 구간정보 6점 등 22점의 결선이 개폐기와 연결된다. 또한 Local에서의 주요기능은 FRU의 번지설정, FRU 배터리 점검, 개폐기 수동동작, 송/수신 동작확인, 통신선과 Interface 등이다.

〈표 4〉 FRU의 기본 동작 기능

| 항 목 | 수 행 내 용 | |
|--------------|--------------------|--------------------------|
| 감 시 (11점) | 주 점 점 상 태 | -투입/개방/Lock Unlock |
| | 주점점상태변화 | -변화 여부 |
| | Fault Ind. 상태 | -상태변화 Count (1, 2, 3, 4) |
| | 단 선 / 결 상 | -유/무 |
| | 상 밀 치 | -여/부 |
| | 개폐기의 Battery | -양/불량 |
| 제 어 (5점) | 개 폐 기 의 제 어 | -투입/개방/Lock/Unlock |
| | Counter Reset | -Reset |
| 계 측 | 배전선구간정보 | -3상 전류, 3상 전압 |
| Local | 개 폐 기 제 어 | -투입/개방/Lock/Unlock OCK |
| | Address 설정 | -Hardware에 의한 Setting |
| | Display | -동작 상태 확인 |
| | 조작핸들의위치 | -Local/Remote 등 |
| | Computer Interface | -Protocol 확인, 명령 수행 확인 |
| | FRU 전원상태 | -정상/이상 |

(3) 실증시험을 통한 고찰

• 반복 동작 시험

실증 시험장을 활용하여 기본 기능의 반복 시험을 수행하였으며, SCCU의 3 Channel을 접속하여 그림 11과 같이 FRU 14대의 Address를 설정하였다. 각각의 Address에는 자동화 스위치가 14대 설치되었다.

그림 11에서 보이는 바처럼 FRU를 설치하여 중앙 처리의 기본 알고리즘 구현을 위한 개폐기 상태감시 및 제어 등을 중점으로 운용하여 중앙장치로부터의 통신 성공률(에러 발생)을 집계하였다.

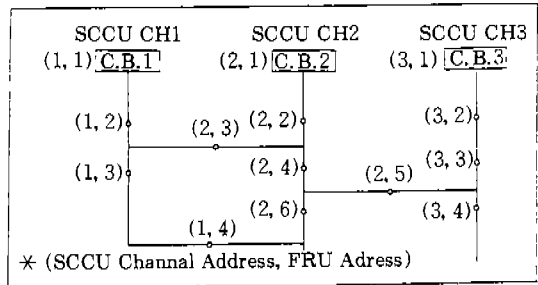
각각의 FRU에 대한 통신 에러율은 표 5와 같다. 고장의 종류에서 무응답은 FRU가 수신하였으나 에러가 발생한 경우이며, 선고장은 FRU가 응답하였으나 SCCU에 도달시에 선로상 에러가 발생한 경우이다. 이는 모두 선로상의 감쇄에 따른 FRU와 SCCU의 선로상의 임피던스 불일치이거나 송신 신호차단시에 발생하는 노이즈의 영향 등이 원인이다. 종합적인 에러율은 약 0.00232이며, 아날로그 출력단을 차단하고 선로의 길이에 대한 임피던스 매칭에 주의하면서 SCCU에서 Data와 노이즈를 분리한다면 0.00001까지 감소시킬 수 있을 것이다.

〈표 5〉 FRU Error Report

| FRU ID. | Connection # | 무응답 | Line Fault | 에러율(%) |
|----------|--------------|-----|------------|--------|
| 006-1-01 | 11433 | 0 | 0 | 0.0000 |
| 006-1-02 | 11436 | 3 | 0 | 0.026 |
| 006-1-03 | 11499 | 65 | 1 | 0.574 |
| 006-1-04 | 11433 | 0 | 0 | 0.000 |
| 006-2-01 | 11504 | 0 | 71 | 0.617 |
| 006-2-02 | 11441 | 0 | 8 | 0.070 |
| 006-2-03 | 11434 | 0 | 1 | 0.009 |
| 006-2-04 | 11433 | 0 | 0 | 0.000 |
| 006-2-05 | 11580 | 44 | 11 | 1.399 |
| 006-2-06 | 11504 | 1 | 70 | 0.617 |
| 006-3-01 | 11518 | 0 | 85 | 0.738 |
| 006-3-02 | 11445 | 1 | 11 | 0.105 |
| 006-3-03 | 11433 | 0 | 0 | 0 |
| 006-3-04 | 11434 | 0 | 1 | 0.009 |
| Total | 160,527 | 114 | 259 | 0.232 |

• Noise 주입시험

전자기기의 공업용 측정 제어장비의 반복되는 전기적인 일시 과도현상(유도성 부하들의 차단, 릴레이들



〈그림 11〉 실증 시험장내의 FRU 설치도

의 점점 순간)의 내성에 관련되며, 전원선, 신호선, 릴레이션 등에 빠른 과도현상(Burst)를 인가할 때 전자기기의 구동을 평가하기 위함이며, 표 6은 EFT시험 한계전압이다.

〈표 6〉 EFT 시험 한계 전압

| 개발회로 출력시험 전압 ± 10% | | |
|--------------------|---------|----------|
| 등 급 | 전 원 선 | 제어선, 신호선 |
| 1 | 0.25kV | 0.25kV |
| 2 | 1kV | 0.5kV |
| 3 | 2kV | 1kV |
| 4 | 4kV | 2kV |
| X | Special | Special |

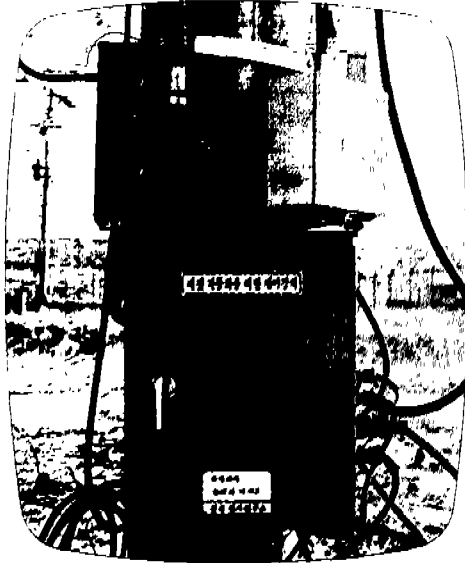
주입방법은 1분간 주입후에 3분간 휴식후 노이즈를 다시 주입하여 각 10회씩 3회 동안 시행하였고 전압레벨이 높아짐에 따라서 통신 불량상태가 증가하였으며 노이즈 제거후에는 정상동작하였다. 표 7은 노이즈 주입 시험 결과표이다.

〈표 7〉 노이즈 주입 시험 결과표

| 노이즈 전압 | *700 | **1kV | ***1.5kV | ****2kV | *****3kV이상 |
|--------|------|-------|----------|---------|------------|
| 1회 | 1 | 0 | 8 | 10 | |
| 2회 | 1 | 1 | 7 | 10 | |
| 3회 | 1 | 2 | 9 | 10 | |

- * : 노이즈 주입시에 통신 에러 발생.
- ** : 노이즈 주입시 및 통신시에 에러 발생.
- *** : 거의 통신이 두절된 상태이며 장치에는 영향 없음.
- **** : 장치내에 수신신호가 발생하며 통신이 완전 차단됨.
- ***** : 주변 장치에 영향이 생김.

(나) 개발품 사진 (사진 3 참조).



〈사진 3〉 FRU

라. 수용가 단말제어장치(CRU)

일반기능

수용가 단말제어장치는 배전자동화 시스템의 단말에 위치하여 수용가의 정보를 수집하여 전력선을 이용해 중앙에 정보를 송신하고 중앙으로부터의 명령에 의해 부하를 제어하는 두가지 주요기능을 갖고 있다.

수용가의 정보수집은 전력량계에서의 일정 사용량(1Pulse/kWh)을 펄스 형태로 발신하면 이를 입력 프트를 통해 받아들여 사용전력량을 누적, 메모리에 저장한다. 내부에 장착된 시계를 이용해 사용전력을 시간대별(저녁, 주간, 심야시간대)로 분류해 각각의 시간대별 전력량을 누적, 메모리에 저장한다. 또한 단위 시간당 계약 전력의 초과 여부를 감시하는 최대 수요전력을 연산해 최대값을 메모리에 저장한다. 메모리에 저장된 유효전력량, 시간대별 전력량, 최대수요 전력을 중앙의 검침 명령에 의해 전력선을 전송로로 이용하여 중앙으로 송신한다. 부하제어는 중앙에서 미리 예정된 부하제어 계획(시간대, 제어모드, 제어대상 부하)을 수용가 단말제어 장치에 보내고 수용가 단말제어장치는 이 계획을 메모리에 저장하고 계획에 따라 수용가의 부하를 중앙의 명령에 따라 제어하는 기능을 담당한다. 수용가 단말제어장치의 주요 기능은 표 8과 같이 정리

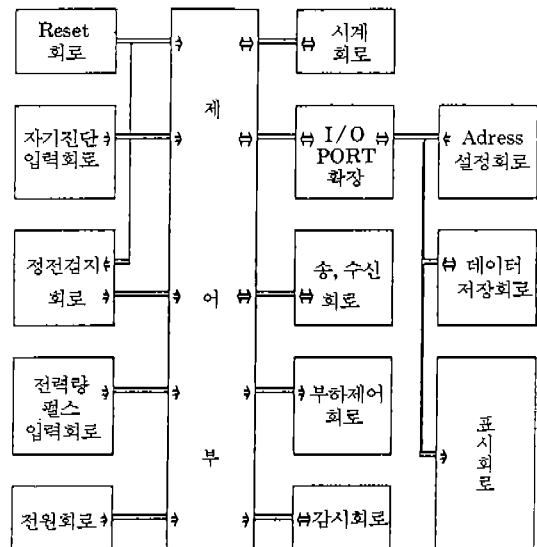
할 수 있다.

〈표 8〉 수용가제어 단말장치의 주요 기능

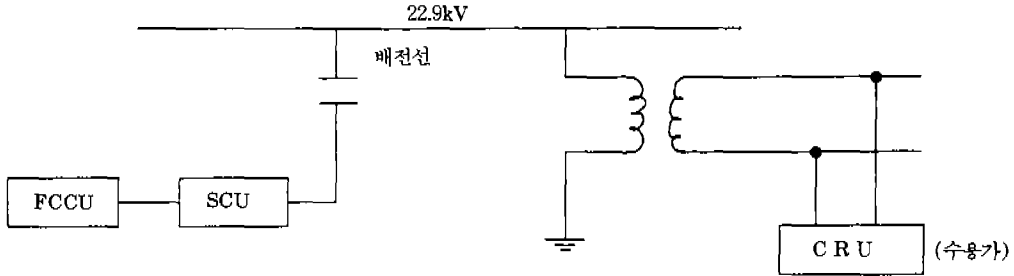
| 주요기능 | |
|-------------------|---|
| 데이터 수집 기능 | <ul style="list-style-type: none"> ○입력 : · 유효전력량(1Pulse/kWh) · 무효전력량 · 전압전류(가스, 수도 추가 기능) ○출력 : · 유효전력량 · 무효전력량 · 시간대별 전력량 (1일 3단계, 하절기, 동절기 구분) · 특별 시간대 전력량 (입의 시간대 설정) · 최대 수요 전력(15분) · 역률 · 전압 · 전류 |
| ○부하 제어 기능 | <ul style="list-style-type: none"> ○부하제어 시간조절 : 5분, 15분, 30분, 60분 ○부하제어 시간대 : 8단계 ○출력형태 및 점접수 : Relay, 2점점 ○정확도 : ±1초 이내 |
| ○전력선을 이용한 송·수신 기능 | <ul style="list-style-type: none"> ○송·수신 기능 ○전력선 반송 방식 ○FSK 변조 방식 |

(2) 구성

수용가 단말제어장치는 유효전력량 펄스, 무효전력량 펄스, 전류, 전압을 검지하고 자기진단 입력, 통신상대 점점 입력 등을 검지하는 입력부, 유효전력량, 무효전력량, 시간대별 전력량, 최대 수요전력, 현재 시각 등을 수용가에 알릴 수 있는 표시부, 부하를 제어부의 명



〈그림 12〉 수용가 단말제어장치 구성도



〈그림 13〉 시험장 Test 도

령에 의해 투입, 개방하며, 부하제어 상태를 감시하는 구동부, 중앙으로부터의 정보를 수신하고 수용가 단말 장치의 정보를 송신할 수 있도록 신호를 변조, 복조하는 송·수신부, 위의 각각을 적절하게 제어하며, 유효전력량 누적, 시간대별 전력량 연산, 최대 수요전력 연산, 중앙으로부터 정보를 해석하여 그에 따른 동작을 제어하는 제어부와 각부에 전원을 공급하여 외부로부터의 잠음 등을 제어하는 필터로 구성된 전원부로 구성되어 있다.

그림 12 은 수용가 단말제어장치 구성도이다.

(3) 실증시험을 통한 고찰 (그림 13 참조)

고압에서 저압으로의 송신은 거의 99% 가까운 송신

율을 나타냈으나 저압에서 고압은 85% 정도의 통신 성공률밖에 나타내지 못하였다. 각 장치의 SCU 특성상 정확한 L-C 공진값이 맞지 않았고 실제 수용가와 비슷한 부하조건도 만들지 못하였다. PLC 방식의 통신은 실제의 배전 Line에서의 시험을 통한 정확한 파라미터를 도출하는 것이 시급한 문제다.

(4) 개발품 사진 (사진 4 참조)

3. 문제점 및 대책

지금까지 기본적인 기능구현과 실제 시스템 구성시 각장치의 연계성 등에 중점을 두어 개발시험을 실시하였다. 이제부터는 더욱 확실한 신뢰성 보장을 위한 지속적인 심도있는 연구가 진행되어야 한다. 실증시험장의 조건이 무부하이며 실제 한계계통과는 많은 차이를 나타냄으로써 선로통신제어장치나 수용가 단말장치의 임피던스에 따른 대책은 빠르게 대처할 수 없었으며 실제계의 선로통신장치 Test 시설의 확보가 가장 시급한 것으로 나타나고 있다. 다행히 통신선로는 마산 시내에 배전선과 공가함으로써 거의 실선로에 가까운 환경에서 시험할 수 있었던 것은 큰 경험과 파라미터를 추출할 수 있었다.

KODAS 시스템중 통신단말장치는 광범위한 지역에 산재해 있고 또한 열악한 외부환경에 노출되어 있으므로 보호장치인 케이스의 설정도 주요한 요인으로 등장하고 있다.

KODAS의 개발은 지속적인 시험과 운전 및 운용의 기법을 습득할 수 있도록 실제계에 의한 꾸준한 연구가 진행되어야 하겠다.



〈사진 4〉 CRU