

電氣設備의 故障診斷

26. 信號傳送路의 故障診斷要領

1. 머리말

근년 전력회사, 전철 등의 變電所에 있어서 기기의 狀態監視制御, 計測 등을 위한 시스템은 대규모화, 복잡화되어 있다. 한편 이들의 정보처리는 計算機 도입에 따라 계산기-정보전송장치간의 實時間처리에 의해 대량의 데이터를 보다 고속으로 올바르게 전송하지 않으면 안되게 되었다.

그러므로 여기서는 이러한 정보전송장치중 信號傳送部의 구성과 여기서 일어나는 故障現象과 체크 방법에 대해 설명하여 참고가 되도록 하고자 한다.

2. 情報傳送裝置의 필요조건

監視, 制御, 計測 등의 정보전송에는 遠方監視制御裝置(이하 遠制裝置라 함)가 사용된다. 遠制裝置를 사용한 시스템 구성은 그림 1과 같이 되어 있다.

이러한 시스템에서는 遠制裝置에 다음과 같은 것이 요구된다.

- (i) 傳送路에서 발생하는 장애(잡음, 瞬斷, 레벨 변동 등)에 대해 강할 것
- (ii) 단위시간에 傳送할 수 있는 정보량이 많을 것
- (iii) 장치의 신뢰도가 높을 것
- (iv) 소형, 경제적인 것

3. 信號電送路의 종류

遠制裝置間的 電送路로서는 다음과 같은 것이 사용된다.

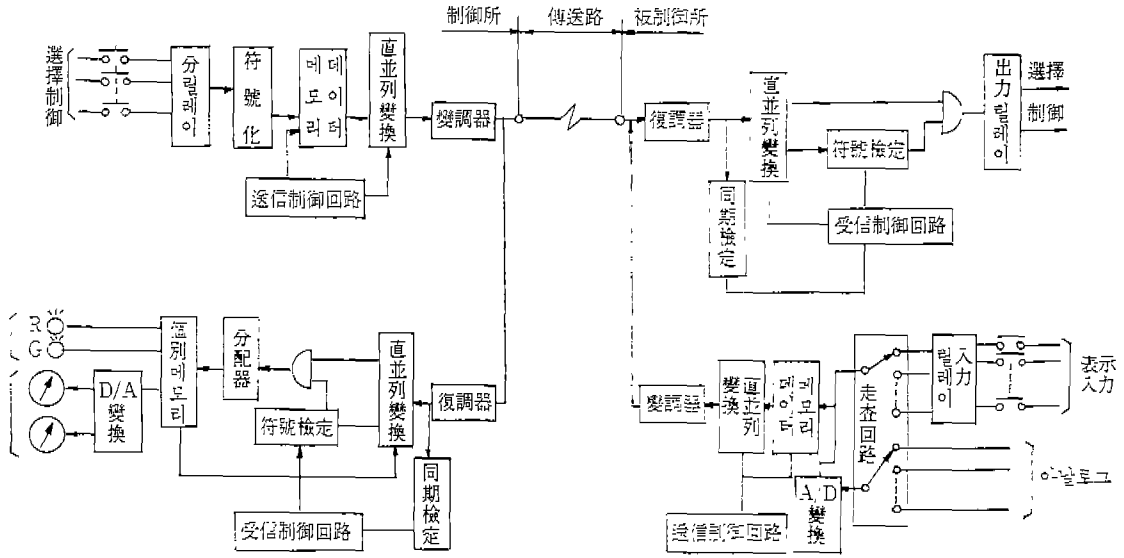
- (i) 전용 케이블
- (ii) 전기통신공사 回線
- (iii) 通信線 搬送
- (iv) 電力線 搬送

이들의 電送路는 被制御所設備의 중요도, 지리적 조건, 傳送거리, 보수조건 등을 감안해 개별적으로 결정되지만 보통 통신케이블에 의한 전용케이블 방식과 전기통신공사회선을 사용하는 방식이 많이 쓰이고 있다.

4. 故障發生시의 處방법

故障가 발생했을 경우 원인규명을 위한 조사, 원인의 추정을 하게 되는데, 현상에 따라서는 시스템에 미치는 영향의 중요도, 대책에 요하는 시간, 비용 및 다운타임을 고려하면 早期에 정확한 판단을 내리는 것이 중요하다. 따라서 故障가 발생한 후의 처치에 대해 다음과 같은 처치가 중요해진다.

- (i) 發生現象을 확실히 파악하고 정확히 기록한다.
- (ii) 신속히 故障 現象을 제거해서 회복처치를 한다.



<그림 1> 遠方監視制御裝置 시스템 構成圖

- (ii) 원인을 신속히 追求해 확실한 판단을 한다
- (iii) 재발방지를 위해 트러블 데이터의 收集分析을 한다.

- (i) 腐蝕環境에 의한 劣化
- (ii) 腐蝕작업 잘못에 의한 劣化
- (iii) 電氣的 스트레스에 의한 劣化

5. 트러블 발견과 조치의 포인트

(1) 케이블의 트러블

遠制裝置間의 信號電送路로서는

- (i) 케이블의 抵抗値가 작을 것
- (ii) 傳送損失이 적을 것
- (iii) 絶緣抵抗, 耐電壓이 클 것
- (iv) 心線間이 平衡되고 있을 것
- (v) 耐候性, 防水性이 높을 것

등을 고려하여 폴리에틸렌 絶緣 폴리에틸렌 비닐 시즈 케이블(CPEV)이나 폴리에틸렌 絶緣 폴리에틸렌시즈 케이블(CPEE)의 0.9mm徑과 1.2mm徑이 많이 사용되고 있다. 그 비교는 표 1, 2와 같다. 信號 케이블의 트러블로써 케이블 자체의 劣化를 생각할 수 있다. 그 劣化의 형태를 크게 분류하면

<표 1> 시즈材의 비교

시즈材料	비닐	폴리에틸렌
耐藥品性	○	◎
耐燃性	◎	△
耐寒性	○	◎
耐候性	◎	◎
耐透過性	○	◎
可撓性	○	○
接續難易	○	△

◎: 良 ○: 普通 △: 약간 뒤떨어짐

<표 2> 使用케이블의 適應性

絶緣 시즈	비닐	폴리에틸렌
耐燃性を 요하는 곳	○	△
耐寒性を 요하는 곳	○	◎
耐水, 耐濕性を 요하는 곳	○	◎
油類, 化學藥品에 접촉되는 곳	○	◎

◎: 良 ○: 普通 △: 약간 뒤떨어짐

등이 있다.

(a) 포설환경에 의한 劣化

케이블이 架空포설되었을 경우에는 온도변화, 풍우, 자외선, 가스에 의한 劣化가 이루어진다. 특히 黃化物이 존재하는 장소에서 사용하면 黃化이온이 시즈 절연체를 透過하여 도체의 銅과 반응, 黃化物을 생성하는 설과이드 트리(Sulfide Tree)(銅과 黃化物이 반응해서 黃化銅을 생성, 그 黃化銅結晶이 銅導體에서 분리되어 絶緣物內에 트리 모양으로 析出, 성장한 것)를 일으켜 絶緣破壞를 야기시키는 일이 있다. 기타 열에 의한 劣化, 즉 고온배수나 증기에 의한 비닐시즈가 硬化하여 케이블 표면이 凹凸모양으로 변형되는 현상이 나타난다. 또 쥐나 개미에 의한 손상이나 蝕孔에서 絶緣劣化되는 일이 있다.

(b) 포설작업 잘못에 의한 劣化

케이블포설시 外傷을 주면 포설 초기에는 심한 劣化는 없지만, 상처를 모르고 그대로 두면 침수 등으로 絶緣劣化를 촉진하게 된다.

또 中間이나 絶緣접속부의 시공 잘못(시즈나 絶緣體접속에 적당한 접착제를 사용하지 않았을 때 또 線徑에 적합한 압착단자의 사용과 적절한 납땜, 램핑 조임을 잘못했을 경우)으로 인한 접속부의 흔들림은 導電不良의 원인이 된다.

(c) 電氣的 스트레스에 의한 劣化

雷 서지나 케이블 허용전류 초과 등 설계시점에서 충분한 검토가 이루어지지 않는 것이 트러블을 일으키게 된다. 특히 雷 서지에 관해서는 케이블 보호는 물론 케이블에 접속된 장치(특히 半導體를 사용한 것)의 보호를 고려한 보호장치를 선정해야 한다.

(2) 傳送回路

遠制裝置間의 傳送回路로써 전기통신공사 전용 회선이나 자가전용 케이블에 있어서는 傳送回路上에 송출하는 信號 레벨 등이 규정되어 있는데,

그 사양은 다음과 같이 되어 있다.

(i) 送信 레벨...종합 0dBm 이내

(ii) 受信 레벨...0~-20dBm/ch

(iii) 通信路 S/N...受信濾波器出力으로 25dB 이상

(iv) 送信 레벨 변동...±2dB 이내

(v) 回線斷切 검출...標準着信 레벨보다도 10~15dB 저하에서 동작

이러한 레벨로 信號의 送受信을 하고 있는 傳送回線에서는 케이블의 絶緣劣化, 단자의 흔들림으로 인한 回線絶斷이나 抵抗증대에 따라 受信 레벨이 저하된다. 통상 이러한 경우 레벨 저하가 수초간 계속되면 遠制裝置가 回線斷切(制御回線 및 表示回線 斷切)을 검출하여 경보 및 램프표시를 한다.

이와 같은 回線絶斷 트러블이 발생했을 경우는 먼저 최초 확인할 항목으로 초기에 설정한 送受信레벨과 트러블 발생시의 레벨 비교를 해야 한다.

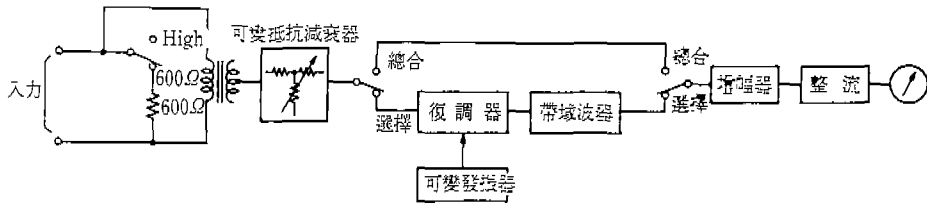
이런 경우에 사용하는 측정기로 레벨미터가 있다. 레벨미터는 일종의 交通電壓計로 dB는금으로 지시를 하는 것이다.

레벨미터는 보통 30kHz까지의 낮은 주파수로 사용되는 토운채널 레벨미터와 이것보다 높은 周波數로 사용되는 레벨미터가 있다. 보통 토운채널 레벨미터(이하 레벨미터라 함)가 사용된다.

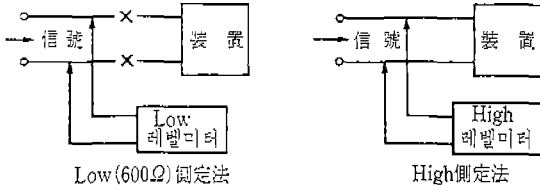
레벨미터 측정법에 있어서는 선택 레벨과 종합 레벨(平坦레벨이라고도 한다) 측정방법이 있다.

종합 레벨 측정법에 있어서는 歪周波數 범위의 토털레벨을 측정할 수 있지만 특정 周波數의 信號레벨을 측정할 경우에는 다른 周波數 信號를 정지하고 測定周波數만 라인에 송출해야 한다. 한편 선택 레벨 측정법은 다른 信號를 정지하는 일 없이 희망周波數를 선택하여 信號 레벨을 측정할 수 있어 편리하다.

또 레벨미터의 측정방법에는 다음 두가지 방법이 있다. 하나는 傳送回路를 분리하여 Low측(입력임피던스를 600Ω로 하는 방법)에 轉換하여 측



<그림 2> 레벨미터블록 구성圖



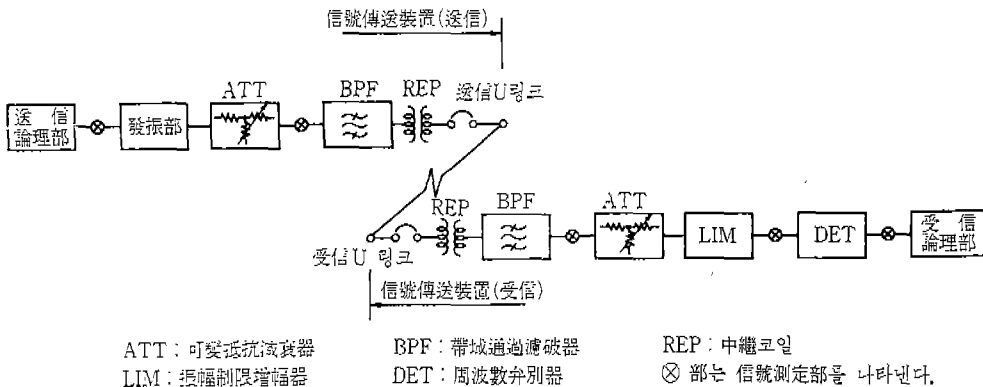
<그림 3> 레벨미터의 側定法

로 정확한 레벨을 측정하는 데는 장치를 분리하여 Low 측정법에 따르는 것이 좋다 (그림 3 참조). 그림 2는 토운 채널레벨미터의 블록구성도를 든 것이다.

(3) 送信 레벨의 확인

정하는 방법과 High측(입력 임피던스를 10kΩ로 하는 방법)이 있다. 遠制裝置를 傳送路에 접속한 채로 측정하는 방법은 High 측정법이고 電送路를 분리해서 측정하는 방법이 Low 측정법이다. High 측정법은 遠制裝置를 동작시킨 채로 측정할 수 있는 이점이 있으나 레벨미터의 입력임피던스가 장치의 임피던스(600Ω)와 並列로 되어 레벨을 측정하게 되어 약간이나마 오차가 있게 되므

그림 4와 같은 구성의 送信側 U링크를 빼고 장치를 동작시킨 채로 레벨미터를 접속하고서 레벨미터의 선택을 Low로 하여 측정한다. 이때 送信측의 U링크가 빠져 있기 때문에 受信측에는信號가 미치지 못해 回線斷切의 상태가 되므로 신속히 측정을 끝내야 된다. 送信出力 레벨이 초기 설정치에서 벗어났을 경우에는 레벨미터와 오실로스코프를 사용해서 送信濾波器, 發振器部와 같이 순차적으로 조사해 나가고 아울러 可變抵抗減衰器(Attenuator)로 초기 레벨로 조정해야 된다.



ATT : 可變抵抗減衰器 BPF : 帶域通過濾波器 REP : 中繼코일
 LIM : 振幅制限增幅器 DET : 周波數弁別器 ⊗ 部는 信號測定部를 나타낸다.

<그림 4> 信號傳送部 블록圖

(4) 傳送路의 확인

傳送路에 사용하고 있는 케이블은 보통 0.9~1.2mm徑이고 그 抵抗値는 0.9mm徑인 경우 약 27Ω/km임을 눈대중으로 하고 한쪽을 短絡하여 抵抗値를 측정하면 된다. 한편 絶緣劣化에 대하여는 線間 및 大地間을 500V 메저로 측정한다. 絶緣抵抗은 주위조건(날씨, 습도)에 따라서 다르지만 線間 500Ω, 大地間 50Ω을 눈대중으로 하면 된다.

메저 측정상의 주의사항으로

- (i) 케이블 保安器를 반드시 케이블에서 분리할 것
- (ii) 측정 전후에 반드시 殘留電荷를 일단 放電시킬 것
- (iii) 케이블의 靜電容量이 크므로 베거지침이 안된 후 지시치를 判讀할 것

에 주의해야 된다.

한편 레벨 측정이나 케이블 抵抗측정을 실시하기 전에 접속점, 즉 케이블과 장치의 接入口가 빠져있지 않은가, 또 단자부나 압착단자가 녹슬지 않았는가를 체크함과 동시에 케이블 외피상태로 체크하고 측정해야 한다. 측정후에도 케이블이 接入은 세심한 주의를 해야 된다.

케이블과 장치를 잇는 壓着端子는 남뎀없는 압착단자로 압착공구를 상용하여 간단하게 접속할 수 있다. 단자 종류는 그림 5와 같이 각종이 있다. 圓形은 조임 비스가 이완될 경우에도 빠지지 않는다는 長點이 있지만, 거꾸로 접속시에는 비스를 모두 빼내야 하기 때문에 작업면에서 뒤떨어진다. 先開形은 圓形의 결점을 보완하여 개량된 것으로 그림과 같이 여러가지가 있으며 각분야에서 사용되고 있다.

壓着端子에 대하여는

- (i) 適合線徑에 맞는 線이 사용되고 있는가
- (ii) 케이블 外皮가 단자에 물려 있지 않은가
- (iii) 線의 先端이 슬리브에서 보일 정도로 처리되어 있지 않은가

등에 대하여 체크해야 된다.

(5) 受信 레벨의 확인

傳送回路의 레벨이 규정대로 조정되어 있으면 그림 4에 표시된 바와 같이 케이블과 장치의 分界點인 受信 U링크부에서 레벨을 측정하여 傳送路側인가, 裝置側인가를 판단한다. 遠制裝置에 있어서는 回線斷切의 검출 레벨은 초기설정치보다 10~15dB 다운함으로써 검출하고 있으므로 측정치를 바탕으로 良否의 判定이 용이하다.

(6) 瞬斷과 S/N 레벨

傳送回路의 트러블로 레벨 저하가 수초간 지속되는 回路斷切외에 瞬斷이라는 현상이 있다.

瞬斷現象은 「受信信號의 레벨이 傳送路나 傳送裝置 등의 장애 또는 다른 原因으로 단시간에 대폭 저하하는 현상」이라고 정의된다.

원인으로는

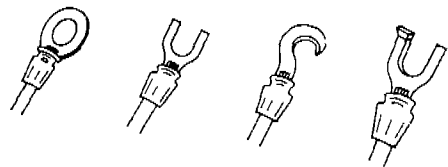
- (i) 페이딩에 의한 回線障害
- (ii) 裝置電源轉換時나 電壓變動
- (iii) 케이블 접속개소의 접촉불량을 들 수 있다.

원인으로는

遠制裝置自體로 瞬斷상태를 검출하는 것은 어려워 이 현상을 遠方裝置側에 표시할 수는 없다.

瞬斷현상이라고 판단할 수 있는 것으로서 信號澁滯가 발생(同期 코드나 定마크 코드의 外亂)할 경우에는 瞬斷에 의한 오동작이라고 추정할 수 있다. 瞬斷의 발생은 단시간이고 더욱이 끊임없이 발생하는 것이 아니므로 오실로스코프를 사용해서 측정하기는 어렵다. 이러한 경우에 효과적인 측정기로 瞬斷 측정기나 데이터 레코더가 있다.

瞬斷측정기의 원리는 傳送回線 레벨에 맞추어



<그림 5> 壓着端子의 種類

측정기의 入力 레벨을 설정해 두어 回線레벨이 어떤 설정 레벨보다 떨어졌을 때 瞬斷으로 검출, 설정 레벨에 回復하기까지를 1회로 積算計數표시를 하는 것이다. 그러나 瞬斷측정기는 피크카운터이므로 그 波形(波高值나 瞬斷時間)을 확인하기가 힘들다.

한편, 波形을 장시간 기록하는 측정기로서 데이터 레코더가 있다. 데이터 레코더는 信號를 직접 磁氣 테이프에 기록하는 것이며, 장시간 기록을 할 수 있는 것은 물론, 그 기록의 필요 부분을 빼내어 電磁 오실로그래프나 오실로스코프 위에 그려지게 할 수 있으므로 대단히 유용하다. 또 데이터 레코더는 하나의 人力端子뿐만 아니라 多入力端子가 붙어 있는 것도 있어 內部回路를 포함하여 측정할 수 있기 때문에 瞬斷체크뿐만 아니라 故障解析에는 중요한 측정기이다.

기타 電送路의 質을 체크하는 방법으로 케이블의 雜音測定(보통 S/N比라고도 한다)이 있다. 이것은 信號가 케이블과 접속부를 포함한 傳送路中에 여러 가지 영향을 받아 正規傳送信號와 雜音과의 差가 작아져서 區別할 수 없게 되기 때문에 시행하는 것이다.

雜音의 측정방법은 그림 4의 信號傳送裝置에서 送信 케이블측을 600Ω로 短絡하여 傳送裝置의 수신측 U링크 부분을 레벨미터로 측정한 값으로 N dB라고 한다.

한편 傳送裝置 송신측에서 基準周波數를 송출하여 수신측 U링크에서 레벨을 측정한 값을 S dB라 한다. S/N比의 계산은 $(S-N)$ dB로 간단히 산출할 수 있다. 수신측 U링크에서 측정한 값은 케이블의 S/N比이며 遠制裝置와 같이 수신측 濾波器 출력단자에서 S/N比를 규정하고 있는 경우는 물론 受信濾波器의 출력단자에서 비교할 값이다.

7) 制御入出力部の 체크

감시반의 選擇制御스위치를 조작하여 전연 選

擇制御가 안되거나 측정항목이 制御안되는 등 制御의 입출력이 관해서는 人爲操作後에야 고장이라고 알게 되는 현상이 많다. 그러므로 遠制裝置에서는 反轉시험항목을 설정해 두어 實機器를 동작하지 않고 監視盤-遠制裝置-傳送回路-遠制裝置(선택 릴레이)와 일련의 동작을 하는 체크가 이용되고 있다. 그런데 특정항목에만 조작불능이 발생한 경우는 트러블의 解析이 어렵고 장치내부의 메이커의 조사가 필요할 때도 있으나 일반적으로 다음과 같은 점에 착안하여 조사하면 된다.

(i) 選擇制御 스위치 접속부의 導通不良

(ii) 케이블의 단선

(iii) 커넥터 삽입불량과 빠짐으로 인한 不導通

(iv) 端子臺접속부 접촉불량

이들에 대해서는 스위치 조작시 遠制內部的의 수신용 릴레이가 동작하는가를 눈검점할 수 있고 코일에 電壓이 인가되어 있는가를 데스터 등으로 체크할 수 있다. 또 制御信號의 수신회로가 半導體(포토카플러나 IC)의 경우는 오실로스코프에 의한 信號電壓을 확인한다.

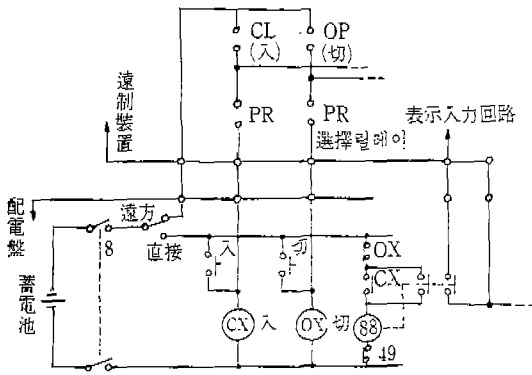
장치내부에 대해서는 각 메이커에 따라 각종의 회로구성이 있으므로 상세히 체크하는 것은 어렵지만 장치의 모니터램프나 테스트패널(模擬信號의 입력이나 送受信信號를 감시할 수 있다)에 의한 체크를 하면 된다.

테스트패널에 의한 체크나 傳送路의 체크를 실시함으로써 制御所측의 정상동작을 확인한 후 被制御所側 출력부를 확인한다. 被制御所측 장치에 있어서도 테스트패널을 사용하여 到來信號의 체크나 模擬制御出力을 낼 수 있다.

制御出力部에서 制御機器까지의 구성은 그림 6과 같이 되어 있으며, 遠方-直接의 轉換器는 기기전체의 경우와 기기마다의 경우가 있다.

遠制의 制御出力 릴레이(PR, OP, CL릴레이)가 동작하고 있음에도 불구하고 制御機器가 동작하지 않는 원인으로서는

(i) 遠方-直接 스위치가 直接으로 된 그대로이다(모든 항목이 制御되지 못한다)



<그림 6> 遠制裝置와 制御回路

- (ii) PR 릴레이의 점접손상(특정항목이 制御되지 못한다)
- (iii) OP, CL 릴레이의 손상(모든 항목이 制御되지 못한다)
- (iv) 유닛間配電用 커넥터의 불량(모든 항목인가, 특정항목인가는 경우에 따라 다르다)
- (v) 외부 인출용 端子臺의 접촉불량(母線인 경우는 모든 항목이 된다)

(vi) 케이블의 굵김 등을 들 수 있다. 또 制御線의 混觸이나 端子臺間의 短絡은 多重制御에 이어지므로 충분한 체크가 필요하다.

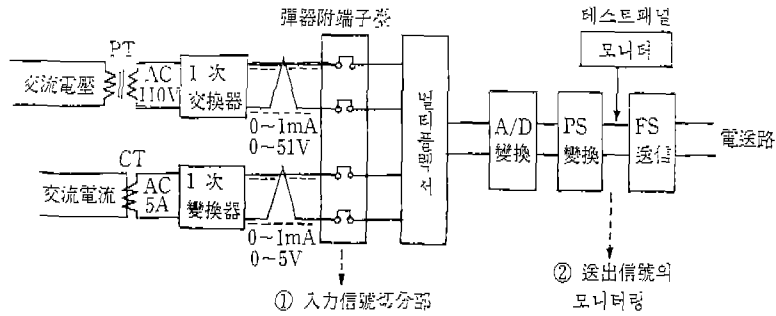
(8) 計測信號傳送에 있어서의 트리블

交流電壓이나 電流를 計器用 變壓器(PT)나 計器用 變壓器(CT)의 2차회로 出力을 직접 먼곳에 전송하려면 높은 高耐壓의 케이블이 필요하다. PT, CT의 負擔이 커진다. 연락선인 短絡, 地絡, 斷線등과 같은 사고가 직접 보호회로에 영향을 미치는 것과 傳送距離 등과 같은 문제가 있으므로 PT, CT 2차측에 1차 變換기를 삽입하여 直流의 微小信號로 變換해서 傳送하고 있다.

1次 變換器의 直流出力을 送量器로 測定量에 비례하는 20~30Hz의 平衡周波數로 變換하고 이 出力으로 搬送波를 FS변조하여 制御所에 傳送한다. 平衡周波數式 측정방법이 사용되어 왔으나 정보량의 증대, 처리속도, 精度 등의 문제 때문에

엑스포 '93 전기에너지관 개요

- 주 제 : 희망의 빛, 미래의 힘-에너지토피아
Light of Hope, Energy of the Future--Enertopia
- 명 칭 : 전기에너지관
Electric Energy World
- 마스코트 : 에너지 보이
- 위치 : 대전세계박람회장내 과학공원 구역
- 건축규모
 - 부지면적 : 3,426평
 - 연면적 : 2,545평
 - 층수 : 지하 1층, 지상 3층
- 예상관람객 : 100만명
- 건설추진일정
 - 기본·실시설계 : '91. 1~'91.10(10개월)
 - 시공 및 제작철차 : '91.10~'93. 4(18개월)
 - 시운전 및 예행연습 : '93. 5~'93. 7(3개월)
 - 전기에너지관 운영 : '93. 8.7~'93.11. 7(3개월)



<그림 7> 計測電送路의 構成

被制御所 측정치로 아날로그-디지털 변환을 하여 코드(BCD 3자리)로 傳送하는 방식이 많이 사용되기 시작하였다.

그러나 平衡周波數式과 A/D 변환방식에 있어서도 1차변환기의 出力信號(보통 直流 0~1mA나 0~5V)를 傳送裝置의 입력으로 하기 때문에 盤內의 케이블을 數m 配線해야 된다. 보통 이 케이블을 微少한 計測信號를 外來雜音에서 보호하기 위해 同軸 케이블이나 실드附 트위스트페어선을 사용하고 있다.

計測部の 異常으로서

- (i) 計測値가 돌연변화한다.
- (ii) 被測定値가 霧인계도 지시계가 움직인다.
- (iii) 指示値가 규정오차내에 들지 않는다.

등과 같은 현상이 발생한다.

計測信號의 檢査방법으로서는 그림 7과 같은 구성인 경우

- (i) 장치의 入力부를 분리한다(彈倉附 端子臺인 경우는 彈倉의 플러그를 뺀다).
- (ii) 基準電壓, 電流發生器를 장치입력부에 잇는다(발생기의 케이스 접지를 반드시 할 것).....(그림 7①).
- (iii) 發生器에서 측정 최대입력(풀스케일)을 넣는다
- (iv) A/D변환후의 값(BCD 3자리)를 모니터링한다..... (그림 7②).
- (v) 풀스케일의 1/2信號를 發生器로 입력하여

送出코드 信號를 모니터링한다.

- (vi) 입력을 短絡하여 송출 코드가 霧인가를 모니터링한다.

를 되돌이하여 入力信號와 송출 코드를 비교, A/D변환을 포함한 檢査를 한다.

外來雜音에 의하여 1차 변환기에서 장치입력가에 오동작(오포시)의 우려가 있을 때는 다음과 같은 점을 조사한다.

- (i) 計測信號線과 電力線은 분리되어 있는가
- (ii) 임펄스性 雜音발생원(릴레이, 버지, 형광등 등)의 雜音은 억제되고 있는가
- (iii) 실드線의 접지는 가능한 한 짧게 굵은 線으로 1點接地로 하고 있는가

微少信號를 다루는 計測信號傳送 精度는 A/D 변환부까지의 信號를 어떻게 外部雜音으로부터 방지하느냐에 달려 있다. 그러므로 운전을 개시하기 전에 1차변환기 출력으로부터의 케이블부터나 接地, 기기배치를 充分히 檢査하여 實用하도록 하여야 된다.

6. 맺음말

이상 信號電送路의 고장진단 檢査를 함에 있어서의 유의점을 記述하였는데, 고장 檢査는 장치의 특성을 이해하고 再트러블의 발생이 없도록 근본적인 해결이 필요한 것이다.

☛ 다음 호에 계속