

第2世代 디지털릴레이의 新技術

1. 머리말

(株)明電舎에서 디지털릴레이의 본격적인 생산을 개시한지도 이미 10여년이 경과되었다. 그동안에도 하드웨어·소프트웨어의 改善, 시스템構成의 改善 등을 위해 노력하여 오는 한편, 앞으로의 保護性能·信賴性·運用유지보수性 등에 대한 보다 고도의 니즈에 응하기 위하여 「新디지털릴레이」(이하 第2世代디지털릴레이)를 개발하기에 이르렀다.

2. 第2世代디지털릴레이開發의 목적

1980년대 이후의 일렉트로닉스技術·디지털技術·傳送技術의 진보는 눈부신 바 있으며, 이것들을 활용한 각종 디지털릴레이가 점차적으로 개발, 적용되어 현재에 이르고 있다. 그러나 금후 예견되는 새로운 니즈에 대하여 확실하고도 장기적으로 대응해 가기 위해서는 지금까지 배양되어온 技術과 축적한 노하우를 바탕으로 新技術을 적극적으로 도입한 「디지털릴레이의 再構築」이 필요하게 되었다.

(1) 保護機能·制御機能의 高度化

장거리대용량 送電系統이나 地中케이블系統의 도입과 이것에 수반하는 系統特性的 변화, 負荷供給系統의 多端化 등 系統構成의 다양화나 調相

設備의 증대 등에 의하여 점점 더 고도의 保護機能·制御機能의 실현이 요구됨으로써 高速演算이 가능한 CPU라든가 高精度의 아날로그/디지털變換器의 채용이 불가피하게 되었다.

(2) 信賴性

保護릴레이의 신뢰도에 대한 요구는 한층더 엄해졌기 때문에 部品불량이나 設計·製作불량에 대한 低減이 더욱 필요하게 되었다. 부품불량의 低減對策으로는 철저한 高레벨스크리닝과 고신뢰도 부품의 채용 그리고 부품점수의 삭감이 효과적이며, 설계·제작불량의 低減對策으로서는 自動化·機械化가 효과적이다. 특히 소프트웨어에 대해서는 비지불화의 추진이 휴먼에러의 방지에 효과적 이므로 高級言語의 채용이나 소프트웨어自動作成 시스템을 도입해야 한다.

(3) 運用·維持補修

系統擴大와 設備數의 증가에 따른 운전·유지보수 業務量의 증가가 염려되므로 운용·유지보수성의 향상도 추구할 필요가 있다. 구체적으로는 고도의 保護機能을 정확하고 또한 용이하게 운용할 수 있는 操作性, 만일의 불량시에는 쉽게 처치할 수 있는 維持補修性 등을 고려하여 휴먼프렌드리한 맨머신인터페이스의 충실, 演算處理데이터의 系統故障解析에의 활용, 나아가서는 遠隔運用에의 대응이 불가결하게 된다.

<표 1> 第1世代와 第2世代 디지털릴레이의 概要比較

項 目			第一世代	第二世代
CPU와 소프트웨어體系 →性能·機能의 高度化 →信賴度·品質向上	CPU	비트 길이	16비트	32비트
		演算速度	2MIPS	50MIPS
	S/W	體系	어셈블리言語	高級言語
		OS	專用OS	標準OS搭載
		數值演算機能	固定小數點	浮動小數點
RAS機能 →信賴度·品質向上	不良部位特定		困 難	容易
	데이터세이브		個別仕様	標準仕様
아날로그入力部 →性能·機能의 高度化 →信賴度·品質向上	A/D變換器	비트 길이	12비트	16비트
		變換速度	600Hz·720Hz	1800Hz·5760Hz
	필터處理		아날로그主體	디지털主體
휴먼인터페이스 →運用유지보수성의 向上	表 示		LED램프	EL디스플레이(圖形, 文字)
	操 作		푸시버튼	터치패널
傳送 I/F →機能의 高度化 →運用유지보수성의 向上	分散形構內LAN		個別仕様	統一仕様
	遠隔 유지·보수		불 가	可
生産環境 →信賴度·品質向上 →生産性向上	CIM		불충분	本格對應

3. 第2世代디지털릴레이의 新技術

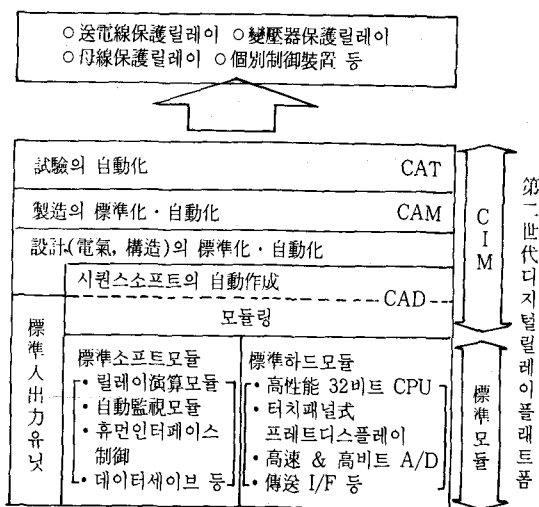
3.1 基本콘셉트

第2世代디지털릴레이는 高性能마이크로프로세서의 채용과 新技術의 도입에 의한 각종 하드웨어의 개폐시티업과, 이것을 효과적으로 활용한 각종 標準化·自動化的 추구라는 理念에 따라, 基本콘

셉트로서 「第1世代技術의 再整理와 新技術의 도입에 의한 플랫폼의 再構築」과 구체적인 전개를 위한 重點指標로서 다음의 2항목을 든다(그림 1 참조).

- (1) 다양한 니즈에 유연하게 응할 수 있는 標準소프트와 標準하드의 目品갓추기(標準모듈의 충실)
- (2) 신뢰성, 생산성 향상을 겨냥한 개발·설계·제조면의 환경정비(CIM化의 추구)

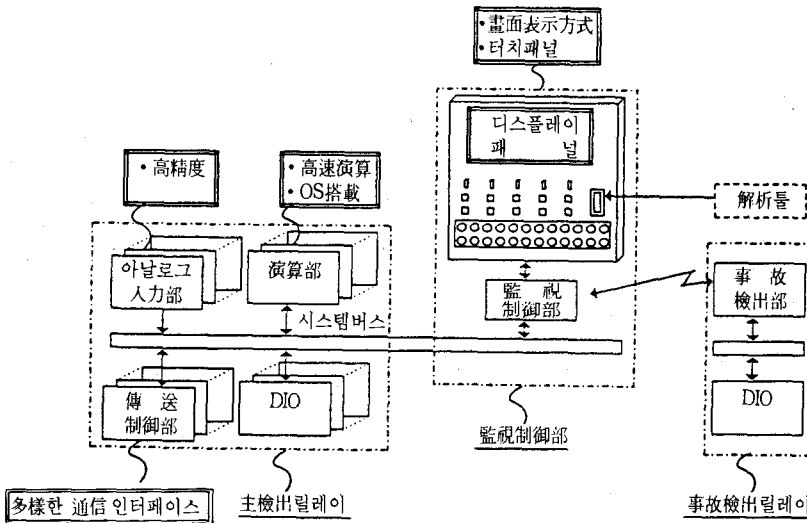
전항에서 기술한 基本콘셉트에 따라 각종 新技術을 도입한 제1세대와의 概要比較를 표1에 표시한다.



<그림 1> 第2世代 디지털릴레이의 플랫폼

3.2 유연한 시스템 構成

디지털릴레이는 系統의 전압·전류나 개폐기 등의 情報를 디지털值로 변환하여 마이크로프로세서가 갖는 數值演算機能이나 記憶機能을 사용하여 保護判定을 하는 것이다. 保護判定은 當時 1밀리秒 레벨의 高速反覆演算으로 행하며, 系統事故時에는 30밀리秒 정도의 動作이 필요하게 되므로 性能면에서는 高速性이 重要하게 된다. 또 頻度가



<그림 2> 第2世代 디지털릴레이의 基本構成과 特徵

적은 系統事故에 대하여 확실하게 동작할 수 있는 신뢰도와, 만일의 장치고장에 대하여는 誤動作하지 않는 신뢰도가 동시에 요구된다. 이와 같이 일반의 디지털處理시스템에 비하여 상당히 고도한 要求仕樣에 응하면서 금후의 디지털릴레이의 보다 고도화·다양화에 유연하게 대응가능하며 증대하는 操作·表示나 遠隔操作 등에도 대응할 수 있어야 한다. 이와 같은 관점에서 종래에 실적이 있는 멀티프로세서方式을 계승하여 발전시킨 것이다. 시스템構成面의 특징으로는

- ① 機種에 따라 CPU의 增減容易
- ② 機能에 따른 하드, 소프트의 區分이 명확한 것(보호기능과 감시기능 등의 分離)

을 들 수 있다.

第2世代 디지털릴레이의 基本構成을 그림 2에 표시한다.

3.3 高性能 CPU와 OS·高級言語의 採用

종래의 디지털릴레이에서는 하드웨어面의 制約을 소프트웨어의 自由度로 커버하거나 경우에 따라서는 그 逆케이스도 있어 소프트웨어와 하드웨어의 명확한 分離가 불충분하며, 이것이 각종 標準化에 대한 制約이기도 하였다. 高性能 CPU의 채용에 의하여 하드웨어의 कै패시티업이 달성될

수 있음으로써 리얼타임 OS의 搭載와 高級言語의 채용을 기도하였다. 그 결과 소프트웨어의 獨自性을 유지할 수 있게 되고 또한 移植性에 대해서도 各별한 向상이 있었다.

(1) 高性能 CPU

마이크로프로세서는 그 아키텍처形態로서

- (a) RISC(Reduced Instruction Set Computer)形
- (b) CISC(Complex Instruction Set Computer)形
- (c) DSP(Digital Signal Processor)

로 大別할 수 있다. 이들 가운데 연산性能, 신뢰성, 장래성 등을 평가하여 RISC形 32비트 마이크로프로세서를 채용하였다.

종래의 裝置에서는 CISC形 16비트 마이크로프로세서를 基本으로 릴레이演算部 등에는 주로 演算速度의 관점에서 일부 DSP를 채용하고 있었으나 RISC形으로 통일함으로써 마이크로프로세서 周邊回路의 하드웨어를 통일하고 LSI에 의한 표준화를 도모할 수도 있었다.

(2) OS·高級言語

리얼타임 OS의 채용으로 소프트웨어의 모듈化·標準化·階層化를 도모하였다. 또 基本소프트웨어모듈은 어셈블리言語를, 應用소프트웨어모듈은 C言語의 사용을 基本으로 하고, C言語와 어셈블

리言語의 사용을 적절하게 구분하였다.

시퀀스部分의 기술은 信賴性과 生産性의 관점에서 종래부터 POL(Problem Oriented Language)을 도입하고 있었으나 소프트웨어의 비주얼화를 더욱 철저하게 하기 위하여 이번에 새로이 소프트웨어自動作成시스템을 채용하였다. 이것은 시퀀스圖面用的 CAD데이터로부터 人間을 개입시키지 않고 소프트웨어를 작성하는 시스템으로, 電氣所마다의 個別設計가 필요할 경우에도 시퀀스圖面的當該部分을 訂正하는 것만으로도 대응할 수 있게 된다. 이 시스템導入에 의하여 설계단계에서 信號線接續의 論理檢證이라든가 타이밍檢證이 가능하게 되었다.

3.4 아날로그入力部の 高度化

디지털릴레이의 精度는 系統의 電壓電流情報를 디지털値로 변환할 때의 變換精度에 크게 의존한다. 종래의 디지털릴레이에서는 마이크로프로세서의 演算處理能力이나 노이즈低減技術의 制約 때문에 샘플링周波數를 系統周波數의 12배(600Hz, 720Hz), A/D 變換器를 12bit로 정하고 있었다. 이 때문에

- (1) 반복誤差防止, 波形일그러짐對策用 아날로그 필터의 回路構成이 비교적 복잡
 - (2) 保護目的에 맞추어 아날로그필터의 사용구분이 필요
 - (3) 保護感度に 맞춘 폴스케일의 선정이 필요함.
- 등의 과제라든지
- (4) 장래의 事故識別能力향상을 위한 高精度화가 필요하다.

등의 니즈에 따라 아날로그入力部の 고도화를 도모하였다. 구체적인 하드웨어측면에서의 시책으로서

- (a) 16bit A/D 變換器의 채용
 - (b) 4800(or 5760)Hz 샘플링의 채용
 - (c) 샘플홀드回路의 생략
 - (d) 아날로그入力部에의 CPU 탑재
- 를 들 수 있다. 이들을 기초로

① 아날로그필터의 簡素化와 디지털演算主體의 필터處理

를 실현하였다. 또한 16bit A/D 變換器의 精度에 대응한 아날로그部의 高精度調整을 人間이 하기 곤란하다는 점, 그리고 샘플홀드回路를 생략하였기 때문에 채널間的 샘플링타이밍의 補正이 필요하다는 등의 이유로

② 디지털演算에 의한 아날로그部誤差의 自動補正

③ 디지털補間演算에 의한 等價同時샘플링

을 채용하고 있다. 이들 演算에 필요한 補正定數는 自動調整設備에 의하여 自動設定되고 디지털릴레이의 시리얼인터페이스機能을 활용하여 디지털릴레이 内部에 轉送한다. 이 概要를 그림 3에 표시한다.

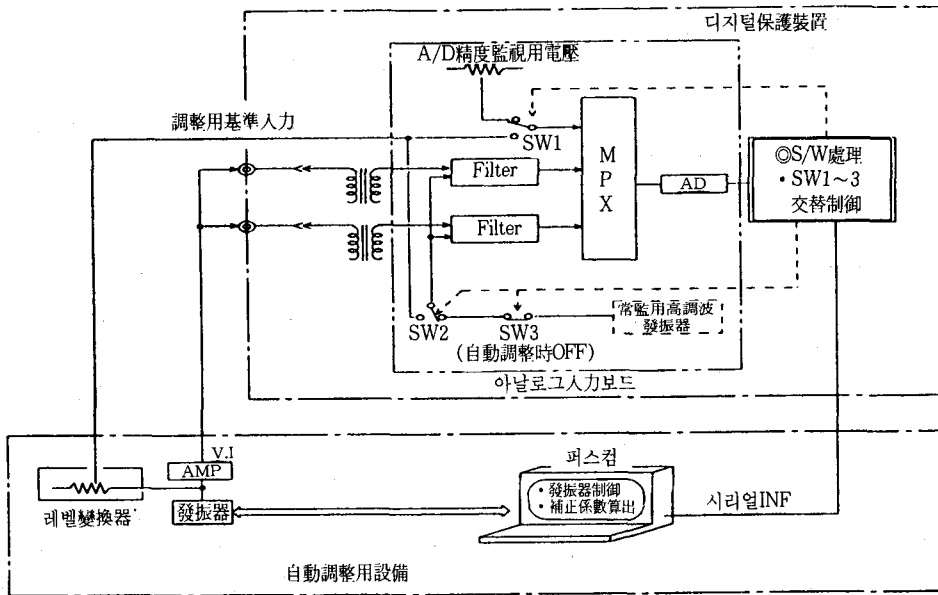
이상 아날로그入力部에서 각종 高度化技術의 채용에 의하여 아날로그入力回路의 全機種標準化, 각종릴레이要素間에서 A/D 變換데이터의 共用化에 의한 裝置構成의 간소화 등이 가능하게 된다.

3.5 맨머신인터페이스의 機能向上

용이한 操作으로 필요하고도 풍부한 情報量을 운용자에게 제공하는 操作表示部를 실현하기 위하여 종래의 「LED發光素子+푸시버튼스위치」에서 「플레트디스플레이+터치패널」로 비약적인 革新을 도모하였다. 또 운용자의 業務內容(일상·수시·임시의 3형태)을 고려하여 全機種공통인 操作性를 통일·표준화하여 운용자와의 인터페이스機能 대부분을 소프트웨어로 실현하였다. 또한 同社第1世代디지털릴레이에서는 맨머신部를 保護制御機能에서 독립시키고 있으며 이것에 대하여는 從來思想을 답습하였다.

맨머신인터페이스의 주요 특징을 다음에 든다.

- ① 主檢出, 事故檢出릴레이에서 맨머신인터페이스의 共用化(사고검출과는 시리얼인터페이스)
- ② 表示部와 操作部의 一體化
- ③ 메뉴選擇方式에 의한 쉬운 操作
- ④ 가이던스表示의 충실
- ⑤ 運用條件設定機能의 靜止化 실현



MPX : 멀티플렉서 A/D : 아날로그/디지털變換器 Filter : 아날로그필터
 <그림 3> 自動調整의 概要

3.6 自動監視技術의 改善

디지털릴레이의 障害實績으로 보면 保護機能에 영향을 미치는 고장의 대부분이 自動監視機能에서 발견되고 있어, 현행 自動監視機能의 검출성능은 거의 만족할 수 있다 하겠다. 반면에, 一過性現象을 과잉검출하는데 따른 불필요한 設備停止나 障害對應業務의 증가에 관한 改善이 요망되어 왔다. 또 단속적인 故障모드에 관하여는 一定時間監視方式으로는 감시할 수 없거나 故障部位의 推定에 人間에 의한 판단이 필요하다는 등의 과제가 있었다. 이때문에 다음 사항을 개선하였다.

- ① 一過性故障의 自動復舊機能 강화
- ② 故障頻度の 감시에 의한 適正檢出의 실현
- ③ 故障部位診斷알고리즘의 內藏

또 진단결과와 코드(英, 數字)表示方式에서 맨머신인터페이스를 활용한 故障部位推定結果라든가 處理가이던스의 畫面表示方式으로의 개선, 데이터세이브機能이나 解析機能의 활용으로 修復時間의 단축 또는 유지보수負擔에 대한 보다 輕減을 지향하고 있다.

3.7 記錄機能의 充實과 解析틀의 整備

종래의 릴레이에서도 일부에는 릴레이動作時나 障害發生時에 系統電氣量, 릴레이 運用상태, 자동 감시결과를 기록하는 기능을 가지고 있었다. 第2世代디지털릴레이에서는 데이터세이브用으로 256kbyte의 메모리를 全機種에 標準裝置함으로써 記錄機能에 충실을 기하였다. 또 세이브데이터의 해독方式 및 解析틀도 標準化하였다. 현재 解析틀의 操作性能향상이라든가 解析소프트의 충실을 계획하고 있다.

4. 맺음말

본고에서는 第2世代디지털릴레이의 개발에 관한 기본방침과 채용한 新技術의 개요에 대하여 기술하였다. 금후 이들 新技術을 활용한 보다 高機能·高性能의 각종 保護制御裝置를 실용화할 예정이다. 또 이들 裝置가 電力의 安定供給에 기여할 것으로 확신하고 있다.

明電舎發行 明電時報 前載