

# 新型노퓨즈遮斷器 · 漏電遮斷器 “PSS”

## 1. 머리말

정보화의 진전, 산업의 고도화, 도시의 근대화, 생활환경의 다양화에 수반하여 빌딩·공장·주택용 機器의 일렉트로닉스화, 시스템의 인텔리전트화의 진전은 현저하다. 負荷에 電子機器, 電子制御機器가 접속되어 이에 따라 高調波의 발생, 서지電壓의 증대 등 電氣의 質이 변화하고 있다. 또 OA·FA·裝置産業을 비롯하여 여러 곳에서 電氣에너지의 의존도가 높아져 瞬時的 停電이라도 허용되지 않는 電力安定供給의 신뢰성이 점점 더 중요하게 되었다.

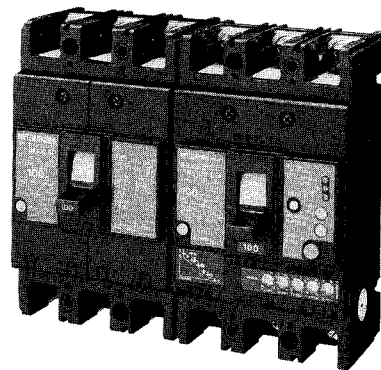
이러한 市場니즈의 변화는 또 노퓨즈遮斷器·漏電遮斷器에 대해서도 보호성능의 향상, 신뢰성의 향상, 보호협조의 고도화로 나타나고 있다. 또한 盤설계·제작의 효율화를 위한 외형치수 및 차단 성능의 표준화, 省스페이스를 위한 遮斷器의 소형화에 대한 요망도 끈기있게 요구되고 있다.

이와 같은 市場니즈에 대응하기 위하여 225A Frame 이하의 노퓨즈遮斷器·漏電遮斷器 PSS (Progressive Super Series)(그림 1)를 제품화하였다. 본고에서는 PSS에 채용한 신기술·특징에 대하여 기술한다.

## 2. PSS의 특징

PSS에 채용한 新技術·機能의 주요특징으로는 다음과 같은 것이 있다.

- (1) 高限流化·고기능화·소형화·국제화를 가능케 한 新遮斷技術 ISTAC(이스탁)
- (2) 高精度保護를 실현한 디지털 ETR탑재 電子式遮斷器
- (3) 1프레임·1사이즈의 표준화
- (4) 유저설치가 가능한 카세트부속장치
- (5) IEC947-2·EN60947-2 적합가능



<그림 1> PSS遮斷器의 外觀

(6) 충실한 用途別 遮斷器  
다음에 이들을 자세히 설명한다.

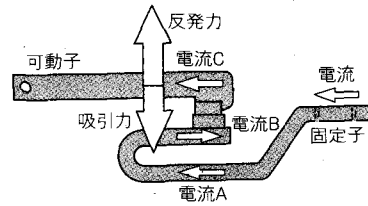
## 2.1 新遮斷技術 ISTAC

PSS에서는 新遮斷技術 ISTAC(Impulsive Slot Type Accelerator)를 채용하여 限流性能을 향상시켜 遮斷器에서 점유하는 遮斷消弧室스페이스를 축소하였다.

차단성능을 표현하는데 限流라는 말이 사용된다. 限流란 단락시에 차단기의 저항을 높여 흐르려고 하는 단락전류를 작게 제한하는 기능이며, 電流를 보다 작게 제한할 수 있을수록 차단도 쉽게 되어 選擇遮斷領域이 확대되며 캐스케이드遮斷性能도 향상된다. ISTAC는 限流効果의 정상화를 앞당기는 可動子, 아크의 高驅動力構造와 차단시의 절연성능을 높이는 新絶緣材料에 의하여 구성되어 있다.

### 2.1.1 ISTAC 電流路

단락시에 한류효과가 발생이 빠르면 빠를수록 작은 전류에서부터 한류를 開始하기 때문에 결과적으로 通過電流尖頭値를 작게 할 수가 있다. 그러기 위해서는 단락초기에 可動子를 보다 빨리 開極하여 아크를 보다 길게 연장시키는 것이 중요하다. 大電流아크에서의 기초실험에 의하면 驅動磁場에 의하여 아크를 늘릴 수 있는 것은 전류가 비교적 작은 동안뿐이며, 대전류가 되면 아크의 電極蒸氣流가 강대해져서 磁場의 효과를 살릴 수 없다. 따라서 아크를 늘리는 驅動磁場은 전류가 커지기 전의 可動子의 開極初期에 필요하다.



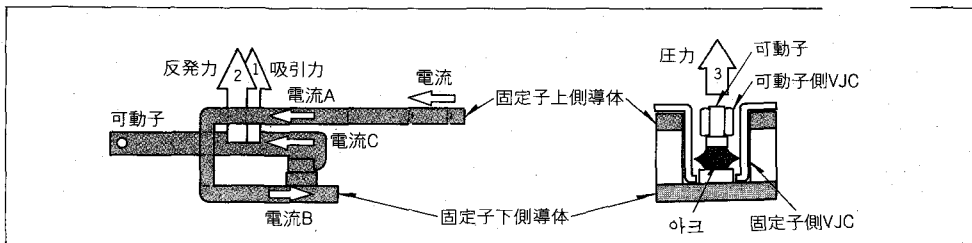
<그림 2> 從來方式 U턴固定子

그림 2에 표시하는 종래의 U-Turn 固定子에서는 전류 B와 전류 C에 의한 反發力이 可動子에 가하여지지만 전류 A와 전류 C에 의한 吸引力도 역방향으로 可動子에 가해져 可動子를 開極시키는 힘이 유효하게 발생되지 못하였다.

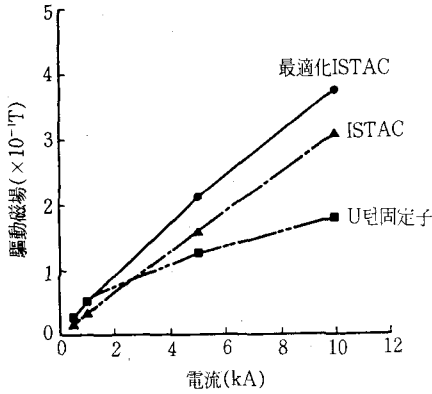
ISTAC에서의 電流路는 그림 3에 표시하는 것과 같이 開極初期에 固定子를 형성하는 모든 電流路가 可動子나 아크를 구동하는 방향으로 구성되어 있다. 開極初期에 발생하는 전류 A와 전류 C에 의한 吸引力은 可動子를 開極시키는 방향으로 작용하고 전류 B와 전류 C에 의한 反發力도 可動子를 開極시키는 방향으로 작용한다. 또한 다음 항에서 설명하는 細隙遮斷構造의 固定子和 可動子간의 아크에 의해서 발생하는 압력도 가해져서 세개의 힘으로 可動子를 高速開離한다(그림 4, 5).

### 2.1.2 細隙遮斷과 新絶緣材料

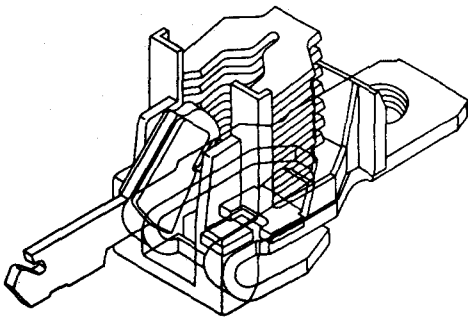
ISTAC에서는 종래의 VJC技術(Vapor Jet Control)을 고정자와 가동자에 채용하고 또한 고정자측 VJC절연재료로 차단부를 둘러싸는 細隙遮斷方式으로 하고 있기 때문에 아크抵抗이 비약적으로 높아진다. 그러나 종래방식에 비하여 아크에 접촉하는 VJC절연재료의 면적이 넓기 때문에 VJC절



<그림 3> ISTAC構造



<그림 4> 아크驅動磁場



<그림 5> ISTAC細隙構造

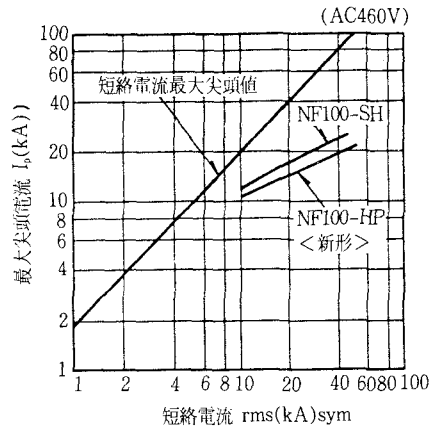
연재료의 성질이 차단에 크게 영향을 미친다. ISTAC에서는 VJC절연재료에 나일론계의樹脂를 베이스로 하여 充填材로서 세라믹纖維나 金屬水酸化物을 배합한 신절연재료를 개발하였다. 이것은 나일론계의樹脂쪽이 종래의 VJC절연재료보다 아크에 접촉되었을 때 표면의 炭化나 그을음 발생량이 적기 때문이다. 또 충전재로서 세라믹纖維나 金屬水酸化物도 차단시의 炭化物生成을 억제하여 遮斷직후의 絶緣回復力향상에 기여하고 있다.

### 2.1.3 限流性能의 향상

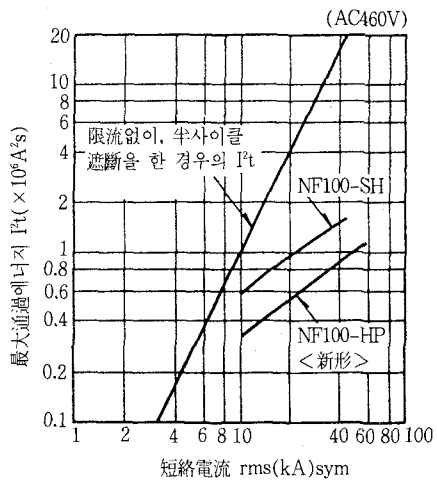
이상에서 설명한 ISTAC技術에 의하여 다음과 같이 限流性能(그림 6)을 향상시켰다.

- (1) 최대첨두통과전류  $I_p$ 는 약 80%로 저감(100AF)
- (2) 통과에너지  $I^2t$ 는 약 65%로 저감(100AF)

이 限流性能향상에 의하여 다음과 같은 選擇遮斷領域의 확대나 캐스케이드遮斷性能의 향상을 실현하고 있다(그림 7, 8 참조).



(a) 通過電流尖頭值特性



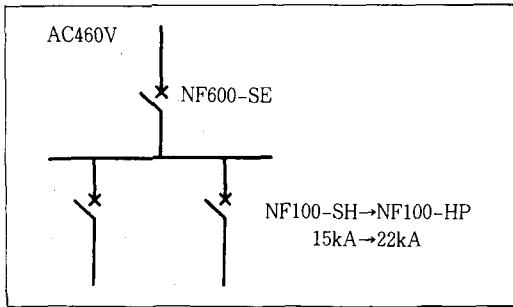
(b) 通過 $I^2t$ 特性

<그림 6> 限流性能의 向上

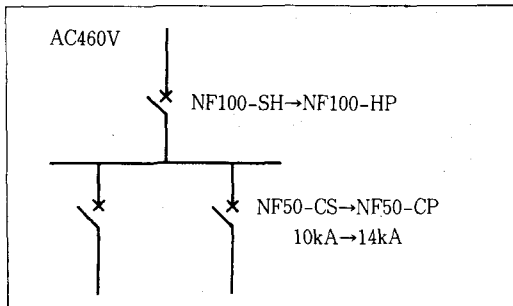
## 2.2 디지털ETR搭載 電子式遮斷器

1987년에 발매한 Super SCRUM시리즈에서는 아날로그實効值檢出方式의 ETR(Electronic Trip Relay)을 탑재한 電子式노퓨즈遮斷器를 225A 프레임 이상에서 시리즈화하여 定格電流可調整이나 短限時트립電流可調整 그리고 歪波負荷電流라도 特性變化가 적은 것을 특징으로 하여 호평을 받았다. 1988년에는 부하전류의 사전경보기능을 갖는 電子式프리알람遮斷器를 225A프레임 이상으로 발매하여 給電의 신뢰성향상을 제안하였다.

그러나 이들 電子式遮斷器는 可調整항목이 定格



<그림 7> 選擇遮斷領域의 擴大



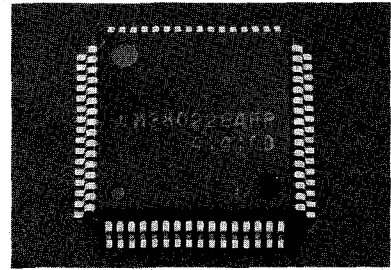
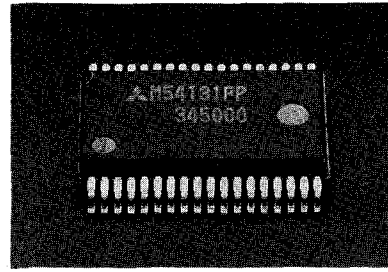
<그림 8> 캐스케이드遮斷性能의 向上

電流와 短限時트립電流만이었기 때문에 고압측 OCR·電力퓨즈와의 협조를 취하기 어려운 경우가 있어 멀티可調整方式의 電子式遮斷器에 대한 요구도 높았었다. 또 豫知豫防保全을 위한 프리알람機能附遮斷器에 대하여서도 100A 프레임 이하에서의 니즈가 증가하고 있다.

이번의 PSS에서는 熱動電磁形의 차단기 이외에 100~225A 프레임으로 電子式노퓨즈遮斷器·電子式漏電遮斷器를 시리즈에 追加하였다. 이들의 ETR에 동사의 마이크로컴퓨터와 IC설계 및 차단기용회로설계의 노하우를 결집한 전용IC인 더블IC에 의한 디지털實効值檢出方式을 채용하였다. 이에 의하여 高精度의 멀티可調整으로 또한 프리알람機能附의 디지털ETR을 실현하였다. 그림 9에 이 디지털ETR에 채용한 專用IC와 마이크로컴퓨터의 외관을 표시한다.

### 2.2.1 專用IC의 역할

마이크로컴퓨터를 사용하면 高機能化가 용이하게 되지만 그 마이크로컴퓨터를 동작시키기 위한



<그림 9> IC外觀

周邊回路로서 定電壓回路나 相選擇샘플링回路 등이 필요하게 된다. 이 주변회로를 표준적인 IC나 트랜지스터 등으로 구성하면 回路사이즈가 커지기 때문에 전용IC를 개발하여 주변회로를 1칩화하여 ETR의 小型化를 실현하였다.

또 이 전용IC에는 그림 10에 표시하는 것과 같이 瞬時트립回路라든가 위치도그타이머回路(마이크로컴퓨터監視回路)도 포함되어 있어서 신뢰성향상에도 유효하다.

### 2.2.2 디지털實効值檢出

마이크로컴퓨터는 전용IC에 각 相의 부하전류 아날로그信號를 샘플링시켜 그 아날로그信號를 아날로그/디지털變換器에 의해 디지털信號로 변환한다. 그 디지털信號를 2승하여 100ms의 集計期間으로 각 相別로 實効值演算하여 그 실효치연산결과가 소정치를 넘을 경우에는 長限時 및 프리알람 特性處理를 한다. 그림 11에 實効值演算處理플로를 표시하지만 부하전류가 正弦波이건 歪波形이건 실효치가 같으면 트립特性이 같아짐을 알 수 있다.

短限時트립領域에서는 실효치연산처리를 하면 時間늦음이 문제가 되기 때문에 20ms마다 피크值

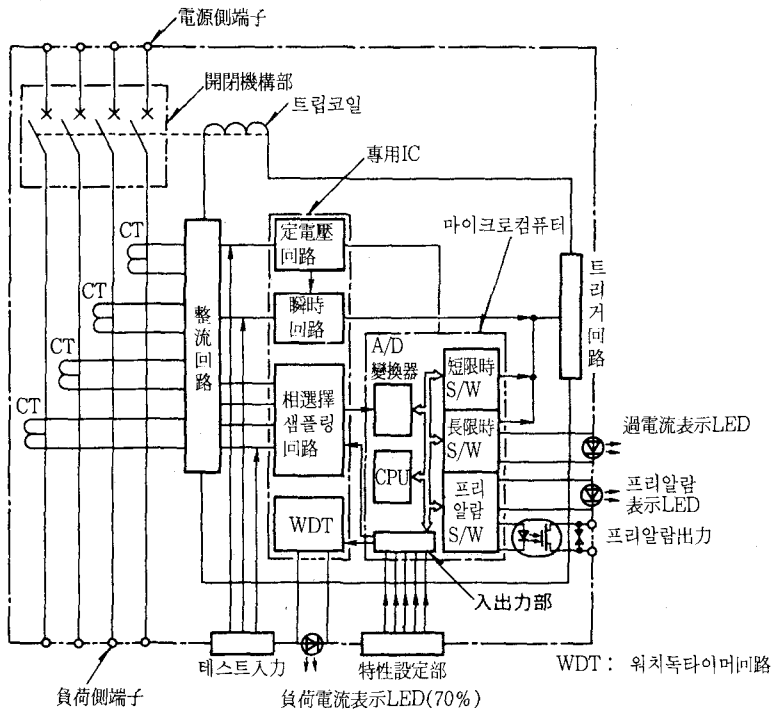
演算處理를 하여 트립特性을 얻고 있다.

또 종래의 아날로그ETR은 斷續的으로 흐르는 부하전류인 경우에도 전선을 보호할 수 있도록 구성되어 있었다. 이번의 디지털ETR에도 熱的信號를 기억하는 기능을 넣고 있으며 通電開始時에 마이크로컴퓨터가 콘덴서에 기억된 이전의 熱的信號를 읽어 과전류상태를 처리하도록 구성하고 있다. 이때문에 熱動電磁形의 차단기와 같이 계속부하가 있는 전선의 보호도 가능하게 되었다.

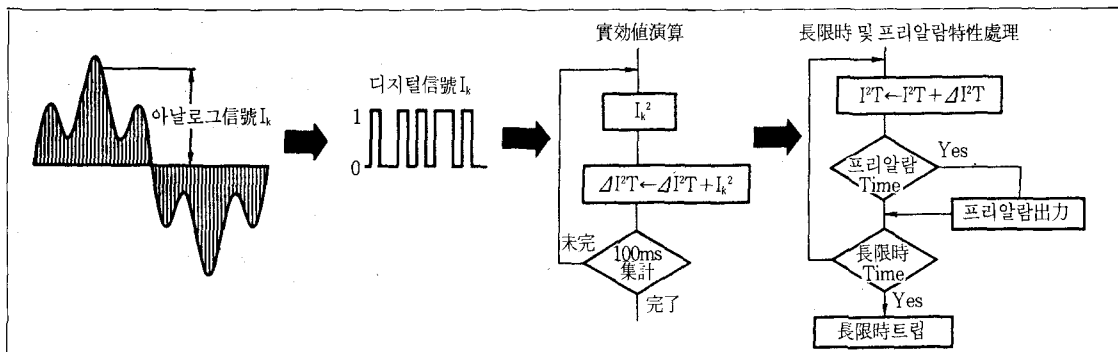
### 2.2.3 멀티可調整

그림 12의 트립特性可調整部에 나타나는 바와 같이 100A프레임에서 5항목, 225A프레임에서 6항목의 멀티可調整으로 하고 있다. 그 可調整項目은 다음과 같다.

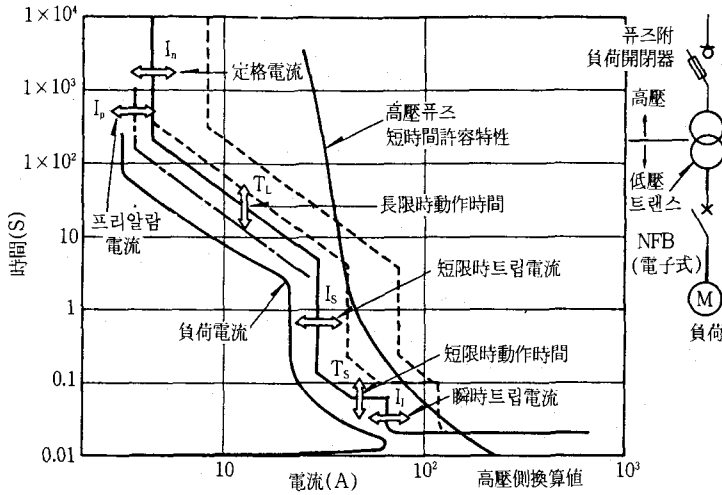
- (1) 정격전류.....  $I_n$  (100A프레임 제외)
- (2) 長限時동작시간 .....  $T_L$  (60-80-100S)
- (3) 短限時트립전류 .....  $I_S$  ( $I_n$ 의 2~10배 10단)



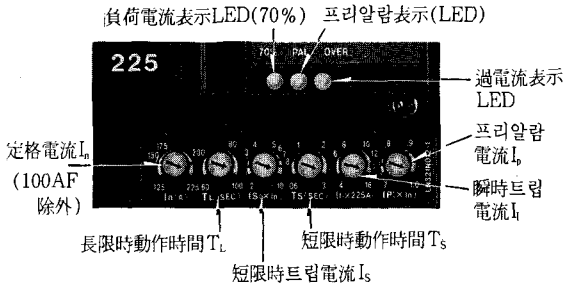
<그림 10> 디지털ETR블록圖



<그림 11> 디지털實效值 處理



<그림 13> 高低壓協調例



<그림 12> 멀티可調整部

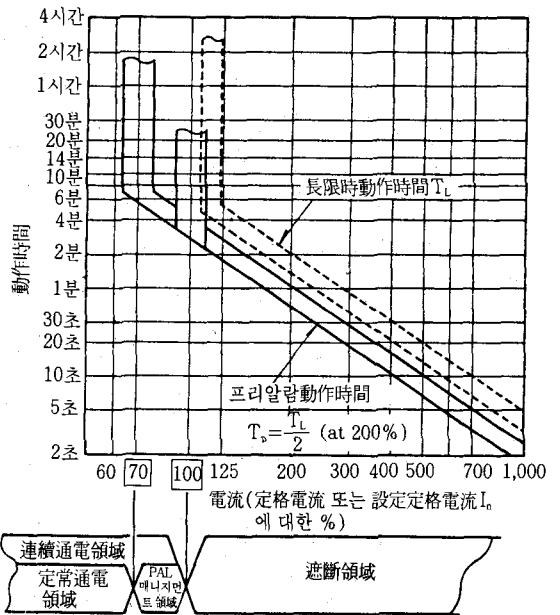
- (4) 短限時動作時間 .....  $T_s$  (0.06-0.1-0.2-0.3S)
- (5) 瞬時트립전류 .....  $I_i$  ( $I_n$ 의 4~16배)
- (6) 프리알람전류 .....  $I_b$  ( $I_n$ 의 70~100% 7단)

이 멀티可調整化에 의하여 고압측 OCR·전력 퓨즈나 부하기기와의 협조가 쉬워졌다. 그림 13 에는 고압측전력퓨즈나 전동기와의 협조검계를 표시한다.

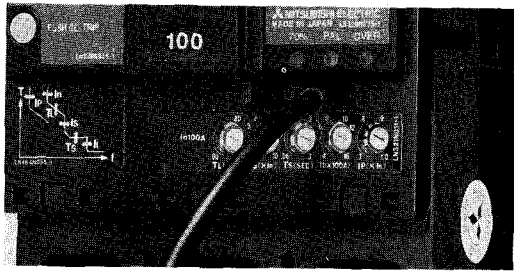
### 2.2.4 프리알람機能

프리알람이란 부하전류가 定格電流 이하의 프리알람電流設定値를 초과하여 계속 흐르면 외부에 대하여 경보를 발하는 기능으로서 이 경보에 의하여 遮斷器가 트립하기 전에 停電回避處理를 할 수 있는 특징이 있다. 이 프리알람을 電子式노퓨즈遮

斷器에 솔리드 스테이트릴레이出力이 부착된 標準裝置로 하고 또한 그 경보특성을 그림 14와 같이 長限時特性和 평행한 反限時特性으로 개량하고 있다. 이때문에 히터回路와 같은 시동시간이 긴 부하가 있는 경우에도 불필요한 경보를 내지 않으며



<그림 14> 프리알람動作特性



<그림 15> 필드테스트

신뢰성이 향상된다. 電子式漏電遮斷器에는 옵션설치가 가능하도록 되어 있다.

### 2.2.5 필드테스트機能

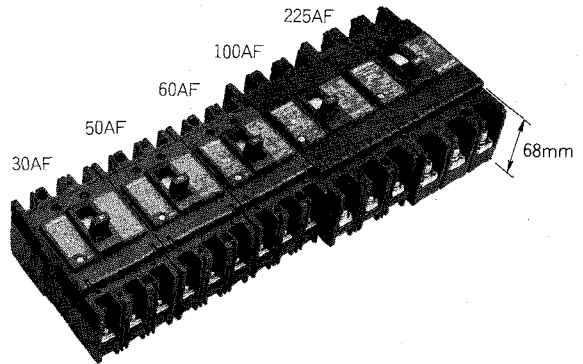
PSS의 디지털ETR에는 그림 15에 표시하는 것과 같이 테스트커넥터가 준비되어 있고 長限時트립·短限時트립·瞬時트립·프리알람의 각 動作特性을 별도판매하는 포터블테스터로 체크할 수 있다. 또 이때 遮斷器本體에 장비의 부하전류표시 LED·프리알람표시 LED·과전류표시 LED의 점등에 의하여 디지털ETR의 동작상태를 쉽게 파악할 수 있다.

### 2.3 1프레임·1사이즈의 標準化

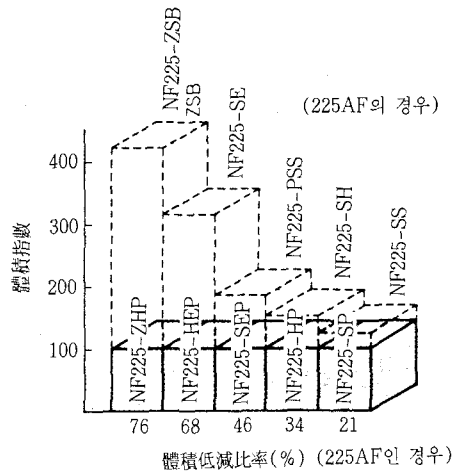
동일암페어프레임의 遮斷器 外形사이즈를 동일치수로 標準化하였다. 그 결과 30~225A프레임에서 外形사이즈를 종래의 10종류에서 3종류로 모듈화할 수 있었다. 또한 이 가운데에는 漏電遮斷器만이 아니라 다음의 9종류의 시리즈도 포함하고 있다. 이들의 標準化는 ISTAC新遮斷技術에 의함이 크다.

$$[NF-C] = [NF-S] = [NV-C] = [NV-S] = [MB] = [MN] = [NF-Z] = [NF-N] = [NV-N]$$

이것으로 遮斷容量의 변경뿐만 아니라 노퓨즈遮斷器에서 漏電알람遮斷器로의 변경 등 보호기능의 사양변경에 있어서도 盤의 사양을 변경하지 않고 대응할 수 있다. 또한 4極品도 3極品 모듈치수를 기준으로 한 치수로 하고 있으므로 盤設計가 효율적이다.



<그림 16> 높이 統一



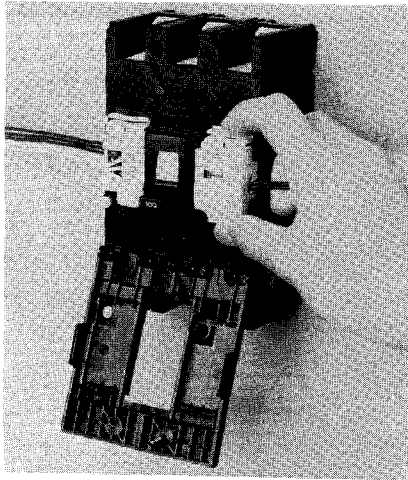
<그림 17> 小型化 統一

또 이들 다양한 製品群의 높이를 30~225AF에서 68mm로 小型化통일하였으며 특히 225AF에서는 큰 小型化효과를 얻고 있다(그림 16, 17).

### 2.4 가세트附屬裝置

사양변경에의 유연한 대응, 발주의 간소화를 가능케 하는 유지설치가 가능한 가세트부속장치(그림 18)를 전기중에 준비하였다. 이중커버방식으로 主回路充電部에 대한 절연을 확보하고 또한 원터치로 裝着가능하다. 가세트附屬의 종류(표 1 참조)는

- (1) 警報스위치(AL)
- (2) 補助스위치(AX)
- (3) 電壓트립裝置(SHT)



<그림 18> 카세트附屬裝着

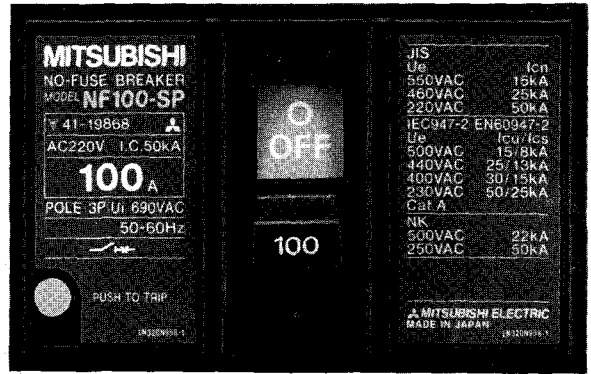
<표 1> 카세트附屬裝置의 種類

附屬裝置의 種類		리드線引出		縱型리드線 端子台(SLT)附	
		右極用	左極用	右極用	左極用
警報스위치(AL)		○	○	○	○
補助스위치(AX)		○	○	○	○
警報스위치 + 補助스위치 (AL+AX)		○	○	○	○
電壓트립 裝置(SHT)	AC100-120V	○	-	○	-
	AC200-240V	○		○	
	AC380-450V	○		○	
	DC100V	○		○	

이며, 이 3종류를 30~60AF, 100AF, 225AF의 각 A Frame마다 준비하고 있다. 설치出荷 또는 부품판매도 가능하다. 가세트附屬裝置의 장착은 차단기를 트립시킨 후에 한다.

## 2.5 國際規格對應

PSS의 노퓨즈遮斷器에서는 표준품으로 IEC947-2나 EN60947-2에 적합하도록 설계되어 있다. JIS C 8370과 IEC947-2의 주요한 차이는 遮斷試驗으로 신차단기술 ISTAC의 개발이 중요포인트가 되었다. 그림 19에 노퓨즈遮斷器의 名板例를 표시하며, 표준으로 EN60942-2에 적합하므로 유럽수



<그림 19> 노퓨즈遮斷器名板例

출용 機械設備의 電源裝置用으로서도 最適하다.

漏電遮斷器에서는 JIS C 8371과 IEC947-2·EN60947-2 Appendix B와 相反되는 規定이 있어 公同화는 할 수 없다. 주로 다른 점은 高速形의 동작시간, 정격감도전류표준치, 테스트버튼色이다. 이 가운데 IEC947-2에서의 高速형의 동작시간은 정격감도전류의 5배로 0.04배 이내여야 한다. 일본 국내용 漏電遮斷器의 高調波·서지對應 IC에서는 DPDC서지判別回路(Dual Polarity Digital Counter)로 40ms가 걸리기 때문에 電磁트립裝置의 동작시간을 포함하면 누전차단기로서 동작시간을 0.04초 이하로 할 수는 없다.

이때문에 PSS에서는 IEC規格適合用的 전용IC를 개발하여 0.04초 이내의 동작시간과 高調波·서지對應의 兩立을 달성하였다. 이 IEC適合漏電遮斷器는 JIS品과는 달라 전용품으로 그 개략사양은 표 2와 같이 된다.

<표 2> IEC適合漏電遮斷器概略仕樣

製作機種		NV-C·S·U시리즈
極數		3·4
定格電壓 (AC V)		230-400-440共用
高速形	定格感度電流 (mA)	30·100·500 전환
	動作時間 (s 이내) at 51ΔN	0.04
時延形	定格感度電流 (mA)	100·300·500 전환
	最大動作時間 (s)	0.45·1.0·2.0 전환
	慣性不動作時間 (s 이내)	0.1·0.5·1.0



## 2.6 충실한 用途別遮斷器

이번의 PSS에서는 각종 용도별 遮斷器에 대하여서도 동시에 개발을 추진하여 왔다.

### 2.6.1 漏電알람遮斷器

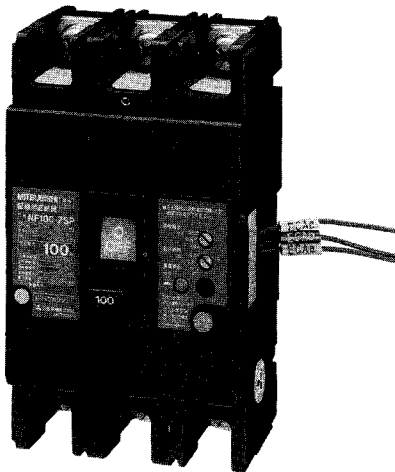
漏電遮斷器와 마찬가지로 “高調波·서지對應 IC”를 탑재하고 1프레임·1사이즈의 표준화로 재등장하였다. 주요 개량항목으로는 다음과 같은 것이 있다.

- (1) AC110-220-460V의 3電壓 共用化
- (2) 定格感度電流의 3段 전환으로 또한 동작시간을 高速-時延 전환이 가능하기 때문에  $3 \times 3 = 9$ 가지의 漏電檢出設定이 가능(100~225A 프레임)
- (3) 50·100A 프레임에서는 電壓트립裝置 SHT를 옵션設定. AL·AX와 동시설치가 가능하게 하였다(그림 20).

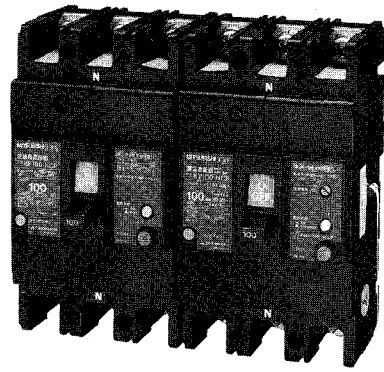
### 2.6.2 單 3 中性線缺相保護附 노퓨즈遮斷器 · 漏電遮斷器

50~225A 프레임에 있어서 NF/NV 동일사이즈로機種을 충실하게 했고 또 사용용이성을 향상시켰다.

- (1) 100~225A 프레임의 過電壓檢出리드를 800mm로 연장하여 배선작업을 쉽게 하였다.



<그림 20> 漏電알람遮斷器外觀



<그림 21> 單 3 中性線缺相保護시리즈 外觀

- (2) 노퓨즈遮斷器는 過電壓테스트버튼과 過電壓表示를 표준장비하였다.
- (3) 100~225A 프레임의 漏電遮斷器에 時延形(0.3초)을 추가하였다(그림 21).

### 2.6.3 B/NET傳送附遮斷器新登場

配電制御네트워크 B/NET의 傳送라인에 접속가능한 B/NET모듈을 차단기의 좌측면에 장착하고 있어 차단기의 상태감시나 ON·OFF제어시 B/NET의 省配線의 메리트를 살리면서 할 수가 있다. 컨트롤러로서는 시퀀서나 퍼스컴을 사용할 수 있고 시퀀서言語나 BASIC言語로 프로그램을 짤 것으로서 예를 들면 漏電遮斷器의 始業前點檢 등을 원적으로 자동조정 할 수 있다.

## 3. 맺음말

同社는 노퓨즈遮斷器·漏電遮斷器에 있어서 “Super SCRUM & NV”시리즈를 基本시리즈로 하여 “Wide Selection & Better Performance”를 테마로 時代의 니즈에 대응한 製品을 開發하여 왔다. 최근의 高機能化·小型化·標準化·사용편이성을 중시하는 市場니즈의 변화를 기초로 要素技術을 開發하여 新型노퓨즈遮斷器·漏電遮斷器 PSS 시리즈를 제품화하였다.

이 원고는 日本 三菱電機技報를 번역, 전재한 것입니다. 本稿의 著作權은 三菱電機(株)에 있고 翻譯責任은 大韓電氣協會에 있습니다.