

발전소용 무정전전원장치(UPS)개발

김동욱, 김연풍, 신현주, 백병산, 류승표, 민병권
현대중공업(주) 마북리연구소

The Development of Uninterruptible Power Supply for Power Pla

D.U. Kim, Y.P. Kim, H.J. Shin, B.S. Baek, S.P. Ryu, B.G. Min
Mabook-Ri Research Institute, HYUNDAI Heavy Industries Co., Ltd.

Abstract - The UPS for power plant is mainly used as the critical power supply of power plant. This is very much alike to the general UPS, but it requires the special design criteria of power plant.

In this study, we designed and develop system according to the design criteria of p plant. In the development of the special system, the designs of IGBT Drive, heat protection and monitoring system, and p components are key techniques.

This paper describes the power circuits, key techniques, the control and monitoring of the developed UPS(DC 125V 3Φ 100K Finally, using the UPS we verified superiority through the type test.

용해야 한다는 점등이다. 마지막으로 적용부하가 발전소 중요 부하인 만큼 어느 시스템보다 신뢰성이 중요하다고 할 수 있다.

본 연구에서는 상기 기술한 발전소용 UPS의 설계개념에 따라 신뢰성에 주안점을 두고 개발하였다. 정류부에 사이리스터 위상제어 방식을 적용하였고, 인버터부는 스위칭 소자로서 IGBT를 사용하고 PWM 제어방식을 적용하여 시스템을 설계하였다. 인버터 한 상에 흐르는 전류가 높기 때문에 IGBT를 병렬운전 하였으며, 또한 인버터도 두 대를 병렬로 운전하여 소자의 분담전류를 줄이고 출력 왜율도 줄였다. 보다 중요부하를 위하여 Hot Stand-by 시스템도 개발하였다. 본 논문에서는 개발한 시스템의 전력회로, 제어회로, 감시제어부, 실험결과 및 관련자료 등에 대하여 기술하였다.

1. 서 론

발전소용 UPS는 일반 UPS와 기본기능은 동일하나 발전설비의 계기 및 제어용 전원으로 사용하는 UPS로서 정전압 계통, 입·출력 전원, 전력회로, 감시제어 판넬, 배선, 구조 등 전반적으로 발전소에 적합한 설계 개념을 도입해야 하는 특성을 갖고 있다. 통상 축전지 전압인 DC 전압이 125VDC로 일반 UPS에 비하여 30% 또는 50%정도 낮아 인버터의 반도체소자에 흐르는 전류가 매우 높아서 전력용 반도체소자 선정, 구동회로 및 방열문제 대책 등을 개발함에 있어서 문제가 된다. 인버터 변압기 또한 권선에 큰전류가 흐르므로 온도상승이 예상되어 그에 따른 변압기 설계 및 온도상승 억제책이 요구된다. 또한 시스템의 과부하 내량이 125%에서 1시간으로 일반 UPS보다 용량이 커진다. 그리고 감시제어부는 설계요건에 따라 신뢰성이 우선인 아날로그 형식으로 되어야 하며, 각종 보호신호 및 감시신호 등을 사용자에게 점점으로 보내줄 수 있는 회로 개발이 요구되며, 각종 배선을 난연성, 방습 및 내열성 합성절연재료로 피복된 전선을 사

2. 시스템구성 및 설계

2.1 전력회로

개발 UPS시스템의 전력회로 구성은 그림 1과 같다. 3상 480V 교류전원을 입력으로 사용하며 정류기부, 인버터부, By-pass부 및 Static Switch부로 구분된다.

정상상태에서의 UPS동작은 상용전원을 순변환(AC/DC)하여 인버터의 DC입력으로 사용한다. 이때 정류기 정상동작중에는 축전지가 방전되지 않도록 Blocking Diode를 설치하였으며, 정류기 출력전압을 축전지 전압보다 높게 유지하도록 되어 있다.

인버터부는 정전압, 정주파수의 AC출력을 인버터부 Static Switch를 통하여 부하측에 공급함으로써 정상동작이 이루어진다.

By-pass부는 인버터 과부하시, 또는 인버터 자체 고장시 상용전원을 By-pass부 Static Switch를 통하여 부하측에 공급하게 된다. Static Switch는 인버터 출력과 By-pass부 상용전원을 무순단으로 자동절체하여 부하측에 공급할 수 있도록 하는 역할을 한다.

외부에 연결되어 있는 축전지는 상용전원의 정전

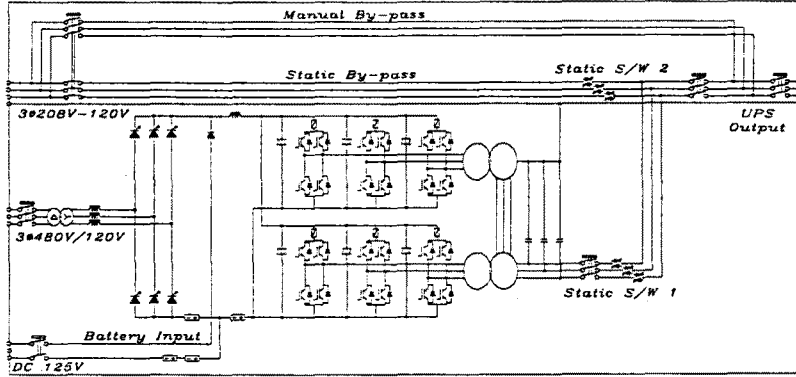


그림 1. 주회로 구성

시, 또는 정류기 고장시 축전지에서 DC전원을 인버터부에 공급함으로써 출력의 무정전화가 가능하다.

2.2 정류부

본 시스템에서 적용한 방식은 Thyristor를 이용한 3상 브릿지 위상제어방식으로서, 전단에 Line Commutation Choke를 사용하여 입력전압의 반전에 의해 자동 차단되는 자연전류(Natural Commutation) 방식을 채택하였다.

Thyristor방식은 제어회로가 단순하고 또한 위상제어를 함으로써 출력전압을 일정하게 유지할 수 있으며 IGBT와 비교하여 가격이 낮으므로 경제성이 매우 우수하며, 신뢰성이 뛰어나다.

2.3 인버터부

본 개발품에 사용된 인버터는 3상 12 펄스 인버터로 PWM 제어방식을 적용하였고, 스위칭 주파수를 높여서 인버터의 Filter를 소형, 경량화 하였다. 6펄스 인버터 방식에서 나타날 수 있는 저차 고조파를 제거하기 위해 2대의 6펄스 인버터를 30° 위상변위시켰다. 동시에 양질의 정현파 출력을 얻기 위해 인버터 출력측에 AC Filter를 설치하였다.

AC Filter는 인버터 Transformer I, II와 Capacitor의 조합으로 구성되어 있다. 인버터 Transformers는 적당한 임피던스를 갖도록 하였으며, 고주파 스위칭 전류에 대한 고려도 설계에 반영하였다.

2.4 바이패스부

바이패스부의 구성은 직류전원부, 상용교류 주전원 전압 및 주파수 모니터링부, 출력 Busbar전압 모니터링부, 위상차 조정회로, By-pass 스태틱 스위치(사이리스터)구동용 신호발생부 등으로 구성되어 있다. 항상 인버터 위상을 바이패스에 맞추어 제어하며 규정치에 벗어나면 바이패스전원으로 절체하도록 되어 있다.

2.5 IGBT DRIVER

IGBT Driver는 제어회로에서 발생된 IGBT 게이트 신호를 증폭하여 IGBT를 구동시키는 회로로 본 제품에서는 Hybrid IC(IHD680)를 사용하여 Driver 회로를 소형화하였고 Driver회로의 공급전원을 단전원으로 사용하여 편리하게 하였다. 개발한 Driver는 대전류 IGBT 구동이 가능하고, 구동전류가 커서 병렬운전이 용이하다.

2.6 Hot Stand-By

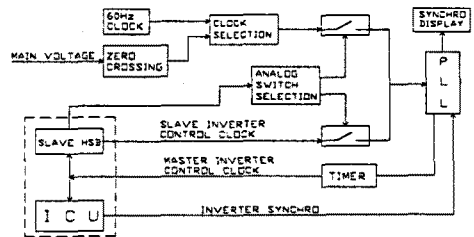


그림 2. Hot Stand-By제어회로

Hot Stand-By 시스템은 2대의 UPS를 병렬로 연결하여 매우 높은 신뢰도를 갖도록 하는 시스템으로 Master부와 Slave부로 나누어 지고, 정상상태에서는 Master부의 전원이 부하에 공급되며 Master부에 이상이 발생되면 무순단으로 Slave 전원이 부하에 공급된다. 주된 기능은 Master부와 Slave부가 동기가 이루어 지도록 동기 클럭을 발생시키고, Master부, Slave부 및 바이패스부 중 우선순위를 결정하는 기능을 가지고 있다. 그림 2는 Hot Stand-By 제어회로의 구성도 이다.

2.7 감시제어부

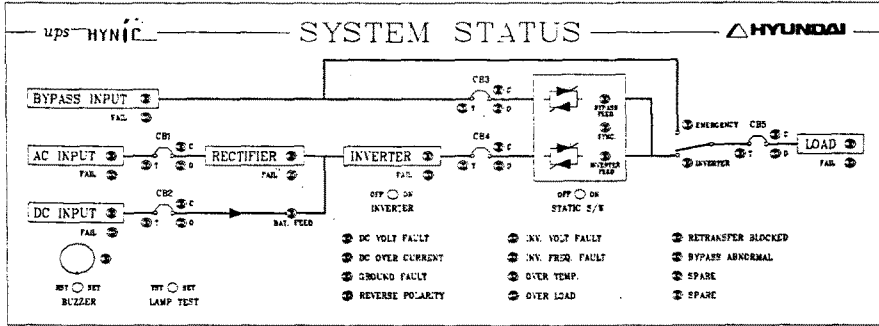


그림 3. 시스템 디스플레이

UPS의 Front Door에 부착되어 있는 감시제어 판넬은 시스템의 보호신호, 운전제어명령, 동작상태 판별 및 표시, 전원 및 차단기 상태표시 등을 제어, 감시 및 표시하여 이상상태 발생시 경보음을 발생 시킨다[그림 3]. 또한 일부신호를 인터페이스 보드를 통하여 사용자에게 전송한다.

3. 시스템 제작 및 시험

제작 UPS의 사양은 표 1과 같으며 발전소용 UPS로서 그 기능을 확인하고 특성시험, 부하시험을 수행하였으며, 시험자료를 통하여 설계요건에 만족됨을 확인하였다.[표 2, 3]

3.1 시스템 사양

표 1. 제작 UPS 사양

항 목	내용	
출력 정격 용량	3PH, 100KVA	
교류입력	입력 전압	3PH, 480V ±10%
	입력주파수	60Hz ±5%
직류단	입력 전압	3PH, 120V ±10%
	입력주파수	60Hz ±5%
	출력 전압	105 ~140VDC
교류출력	출력 전압	3PH, 208/120V ±2%,
	출력주파수	60Hz ±0.5%
바이패스	출력 전압	3PH, 208/120V ±2%,
	출력주파수	60Hz ±0.5%
외형(크기)	W×D×H(mm)	1700×1000×2350

4. 결 론

발전소용 UPS의 설계요건에 맞추어 설계 및 제작하였으며, 시험결과를 통하여 알 수 있듯이 양호한 결과를 얻었다. 또한 현장에서 장시간 운전을 통하여 신뢰성을 확인하였다. 지면상 Hot Stand-By UPS에 대하여는 기술하지 않았지만 3상 70KVA를 제작하여 시험하였으며 보다 우수한 결과를 얻었다. 그리고 설계시 어려움을 겪었던 방열특성 및 IGBT 병렬운전도 양호하게 나타났다.

3.2 시스템 특성

표 2. 시스템 특성

NO	항 목	설계요건	제작/성능
1	용 량	100KVA	좌 동
2	부하용량	100%, 연속	좌 동
3	정격출력전압	208/120V ±2%	좌 동
4	주파수	60Hz ±0.5%	좌 동
5	출력 왜율	5%이하(비선형)	0.85%(비선형)
6	인버터 효율	85% 이상	91.6%
7	50%부하변동	±8%이하	±4%이하
8	부하역률범위	지상 0.8	0.5lag ~0.5cap.
9	불평형부하비	25%부하에서 ±5%이내	±3.3%
10	과부하 내량	125%, 1시간	125%,1시간이상

3.3 과도응답 특성

표 3. 과도응답 특성

NO	항 목	설계요건	제작/성능
1	입력전원 정전시	100ms이내	55ms, ±2%이내
	과도전압, %	±2%이내	(-3.5%max)
2	입력전원 회복시	100ms이내	60ms, ±2%이내
	과도전압, %	±2%이내	(+2.1%max)
3	과도전압	100ms이내	60ms, ±1%이내
	회복시간	±2%이내	
4	95% 전압까지	50%부하 변동시	
	회복시간	100ms, ±2%이내	60ms, ±1%이내
5	100% step 부하에	60Hz ±0.5%이하	60Hz ±0.3%이하
	대한 과도 Hz, %		

(참 고 문 헌)

- [1] 한국전력공사, "충전기 및 무정전전원장치 공급설비" 입찰안내서, 1994.
- [2] 현대 엔지니어링(주), "125V 직류 배전반 및 충전기" 기술규격서, 1996.
- [3] EUPEC, "Power Semiconductors" 1996.