工學碩士 學位論文

통합된 STS 방식을 적용한 UPS SYSTEM에 관한 연구

2013 年 2 月

釜慶大學校 産業大學院

電 氣 工 學 科

金 容 旭

공학석사 학위논문

통합된 STS 방식을 적용한 UPS SYSTEM에 관한 연구

지도교수 배 종 일

이 論文을 工學碩士 學位論文으로 提出함

2013년 2월

부경대학교 산업대학원

전 기 공 학 과

김 용 욱

金容旭의 工學碩士 學位論文을 認准함

2012 年 12 月

主審　　工學博士　權 聖 烈 (印)

委員　　工學博士　崔 然 旭 (印)

委員　　工學博士　裵 鍾 一 (印)

목 차

목차 ····· i
그림 목차 ····· ii
표 목차 ····· iii
Abstract ····· iv

제 1 장 서 론 ····· 1
1.1 연구배경 ····· 1

제 2 장 본 론 ····· 3
2.1 Uninterrupted Power Supply System ····· 3
2.2 System 구성 ····· 10

제 3 장 STS를 이용한 2중화 방식 설계 ····· 25
3.1 2중화 방식 SYSTEM 적용 ····· 25
3.2 2중화 구성 따른 SYSTEM 구현 ····· 27

제 4 장 결 론 ····· 34

참고 문헌 ····· 35

표 목차

표 1 UPS 용량에 따른 분류 ····· 3
표 2 Paralllel System 과 Hot Stand-by System 의 비교 ····· 5
표 3 UPS 입력 정류부 구조에 따른 방식 비교 ····· 22
표 4 Transfer Switch 분류 및 특성 ····· 22

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교

그림 목차

그림 1 System 구성에 따른 UPS 종류 ····· 3
그림 2 Hot Stand-by System UPS 정상운전 ····· 6
그림 3 AC 입력전원 정전시 ····· 7
그림 4 UPS-A 고장시 Bypass 절체 ····· 8
그림 5 Maintenance Bypass 절체 ····· 9
그림 6 Converter Circuit ····· 10
그림 7 SCR Gate Firing 각도에 따른 Converter 출력파형 ····· 11
그림 8 DC Filter 설치전후의 Converter 출력파형 ····· 11
그림 9 단상 전파정류회로 ····· 11
그림 10 파형에 따른 정류회로 동작 ····· 12
그림 11SCR 1,4 On 시 단상 Inverter 회로의 동작 및 출력파형 ····· 14
그림 12 SCR 1 Off Mechanism 및 SCR 1,4 Off 시 출력파형 ····· 15
그림 13 SCR 2,3 On 시 단상 Inverter 회로의 동작 및 출력파형 ····· 16
그림 14 SCR 3 Off Mechanism 및 SCR 2,3 Off 시 출력파형 ····· 17
그림 15 Output Filter ····· 17
그림 16 단상 UPS 용 Static Switch Circuit ····· 19
그림 17 Type별 Maintenance Bypass Switch 회로도 ····· 21
그림 18 One-Line Diagram ····· 26
그림 19 One Diagram 이중화 구성 정상운전 ····· 27
그림 20 UPS1 고장 시 운전 ····· 28
그림 21 UPS 1 고장 상태에서 바이패스 정전 시 운전 ····· 29
그림 22 1호기 고장 시 2호기로 STS 수동절체 운전 ····· 30
그림 23 정상운전 중 1호기 부하를 2호기로 수동 절체 운전 ····· 31
그림 24 UPS 2중화에 따른 ONE LINE DIAGRAM ····· 32
그림 25 이중화 구성에 따른 STS 동작시 Voltage Sensing ····· 33

A Study of UPS System Using Integrated Source Transfer Switch Method

Yong-Uk Kim

Department of Electrical Engineering
Graduate School of Industry
Pukyong National University

Abstract

Abstract - Single UPS operation of a plurality of such parallel operation individually switched to driving a number of outgoing trends and related research is going. UPS voltage / constant-frequency supply capacity of STS and multiple UPS parallel operation of the problems caused due to the combination of transfer function of an uninterruptible power 2 neutralizing SYSTEM propose a way of switching from traditional asynchronous state on the benefits and Radish only transfer the problems caused by five manual operation of an asynchronous operation and SCR switching behavior is studied.

제 1 장 서 론

1.1 연구 배경

UPS(UNINTERRUPTED POWER SUPPLY: 무정전 전원장치)란 상용전원에 발생되는 각종 전원의 장애를 양질의 전원으로 바꾸어서 중요한 부하에 정전 없이 주어진 방전시간동안 연속적으로 정전압, 정주파수의 전원을 공급하는 장치를 말한다.

최근에 급격히 발전하고 있는 사무 자동화 기기 (OA)나 공장 자동화 기기에 이용되는 컴퓨터나, 마이크로 프로세서를 내장한 장비들은 전원 변동에 민감하게 반응한다. 그러나 상용 전원에서 수용가까지의 선로의 거리와 수용가 상호간의 간섭, 계약 용량초과사용, Peak Time의 전압강하, 각 수용가 자체의 Noise 발생 등으로 인하여, 각 수용가에 공급되는 전력의 질은 전력공급자의 통제를 벗어나는 것이 보통이다. 따라서 전력을 공급하는 측이 아무리 양질의 전력을 공급해도 위와 같은 첨단장비에 공급되는 전원에는 문제가 있게 마련이므로 부하의 중요도 및 종류에 따라서 적절한 장비 도업이 필수적이라 하겠다.

일반적으로 상용전원에 나타나는 전원 교란 노이즈는 여러 가지 형태가 존재한다. 안정된 상태에서 수초이상 지속적으로 정격전압보다 수십 퍼센트 크거나 작은 Over Voltage 혹은 Under Voltage가 발생하게 되면 전원에 연결된 전 장비의 예열을 유발시켜 장비의 수명을 단축시키거나 시스템 에러 발생요인으로 작용한다. Sag와 Surge는 수 사이클 이내의 시간동안 정격전압보다 훨씬 낮거나 높은 전압변동으로써 컴퓨터 메모리의 유실이나 전송중인 DATA에 에러를 발생시킨다. Impulse는 매우 짧고 파형을 심각하게 왜곡시키는 높은 전위의 과도현상으로 수 μs에서 수 ms까지 지속되며 수백 VOLT까지 상승 하는 불규칙 노이즈로써 통상은 그 징후를 감지하기 힘들지만 일단 발생하게 되면 부품의 성능 저하 및 시스템의

Shut-down을 유발시키게 된다.

마지막으로 수 CYCLE에서 수 시간까지 지속되는 정전이 발생하게 되면 시스템의 동작 불능 상태에 도달하게 되어 시간적으로 경제적으로 막대한 손해를 업게 되므로 적절한 전원장치의 도입이 필수적이라 하겠다. 부하(컴퓨터, 통신 기기, 기타 중요한 기기)에 양질의 전원이 공급되지 않을 때 부하는 각종 장애를 일으키며 그 장애로 인한 피해가 인력 및 경제적 손실뿐만 아니라 사회적 문제로 확산되므로 UPS를 사용, 양질의 전원을 공급하여 그 피해를 사전예방하며 피해 규모를 최소화하는데 있다.

정보와 DATA의 중요성이 더욱 부가되고 있는 더욱더 신뢰성이 높은 시스템에 대한 요구가 높아짐에 따라 전산 및 설비 등 정전이나 순간적인 전원변동에 대하여 극히 민감하게 반응하는 장비등은 대부분 UPS (Uninterrupted Power Supply) System을 사용하여 안정된 전원공급을 목적으로 하고 있지만 UPS자체도 복잡한 구조의 전력소자로 구성되어 전원장애에 대한 방법에 대해 고려되어야 한다.

이에 UPS의 SINGLE운전에서 복수의 UPS를 DUAL, 병렬운전 또는 개별적 다수 운전방식으로 전환해 나가는 추세와 관련 연구가 진행되고 있다. 복수의 UPS 병렬 운전 시 야기되는 문제점으로 인해 UPS의 정전압/정주파수 공급능력과 STS(Source Transfer Switch)의 무정전 절체 기능을 조합한 전원 2중화 SYSTEM을 제안하여 기존 방식과의 비동기 상태에서의 절체방식에 관한 효용성과 무순단 절체시의 문제야기 가능성, 비동기 수동조작의 오조작과 SCR에 의한 절체 동작에 관해 연구 한다.

제 2 장 본 론

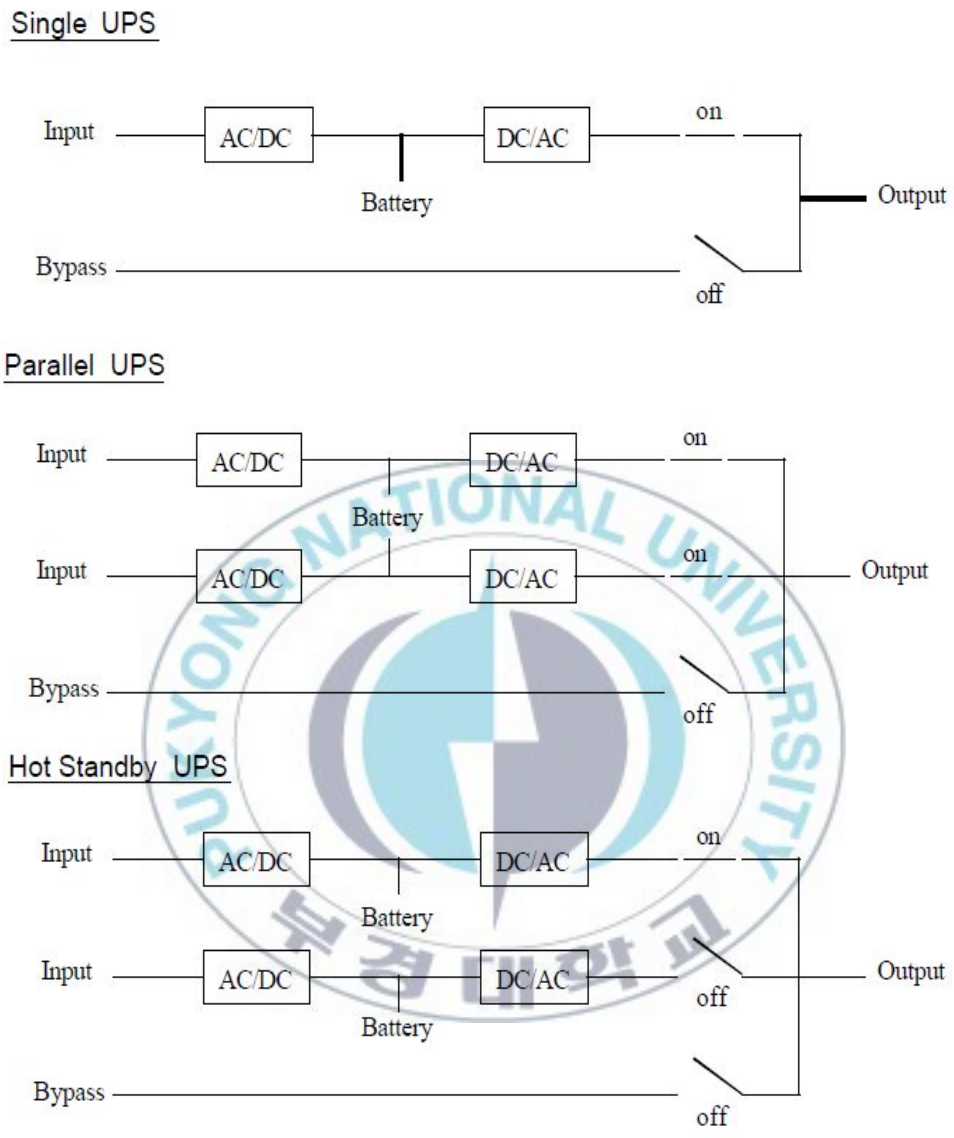
2.1 Uninterrupted Power Supply System

UPS 는 100W 급 퍼스널 컴퓨터 단말기부터 수천 KVA를 넘는 대규모 시스템에 이르기까지 다양한 용도로 제작/사용되고 있으며, 일반적으로 용량에 따라 다음 표1과 같이 분류하고 있다.

[표1] UPS 용량에 따른 분류

용량분류	범위
소용량 UPS	10KVA 미만
중용량 UPS	10KVA 이상-100KVA 미만
대용량 UPS	100KVA 이상

UPS는 System 그림1과 같이 구성방법에 따라 1 대의 UPS만으로 이루어져 운전되는 Single System 과 2대 이상의 UPS 로 이루어진 Dual System 으로 분류할 수 있다. Dual System 은 다시 Static Switch 구성방법에 따라 Parallel System, Hot Stand-by System 으로 분류되며, 각각에 대해 특성을 비교해 보면 표2와 같다.



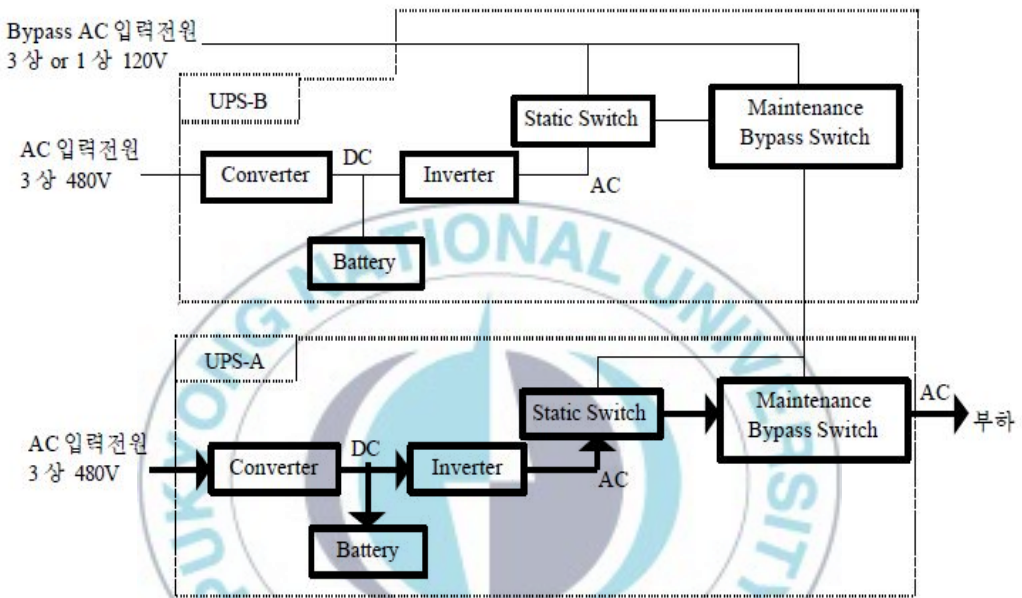
[그림1] System 구성에 따른 UPS 종류

[표2] Paralllel System 과 Hot Stand-by System 의 비교

구 분	Parallel System	Hot Stand-by System
System 구성/운전	2 대이상의 UPS 가 출력단이 서로 Common 되어 부하를 분담하고 있으며, 1 대가 고장시에는 나머지 1 대가 전부하를 담당하게 되어 있음. 최고 6 대까지 Parallel 로 연결이 가능함.	1 대의 UPS 가 전부하를 담당하고 있으며, 나머지 1 대는 Bypass 입력측에 연결되어 무부하상태로 운전되고 있음. 부하를 담당하고 있는 UPS 고장시에는 무부하상태로 운전중인 UPS 가 부하를 담당하게 됨.
과부하 운전	2 대이상의 UPS 가 병렬운전되므로 운전중 부하량이 1 대의 정격용량을 초과해도 운전에 문제가 없음.	부하량이 1 대의 정격용량을 초과시에는 Stand-by UPS 까지 Bypass 전원으로 절체됨.
UPS 간 상호절체시 부하변동	50% ⇒ 100%로 부하가 변동됨. (2 대의 UPS 가 병렬운전시)	0% ⇒ 100% 로 부하가 변동됨.
UPS 내부 사고시 동작	출력단이 서로 연결되어 있으므로 다른 UPS 에서 사고 UPS 로 사고전류를 공급하게 되며, 이로 인해 전 UPS 가 모두 소손될 수 있음.	Hot Stand-by UPS 가 부하에 전원을 공급함.

운전조건에 따른 UPS System Operation 일반적으로 많이 사용되고 있는 Hot Stand-by 방식의 Dual UPS System을 대상으로 각 운전조건에 따른 Operation 상태를 설명해보면 다음과 같다.

각 UPS 에서 Converter는 아래 그림2를 통해 설명하면 480V AC 입력전원을 받아 Battery 충전 및 Inverter 운전에 필요한 DC 전원으로 변환시키며, Inverter 에 의해 변환된 정전압, 정주파수의 AC 출력전원은 Static Switch 및 Maintenance Bypass Switch를 통해 부하측으로 공급된다.

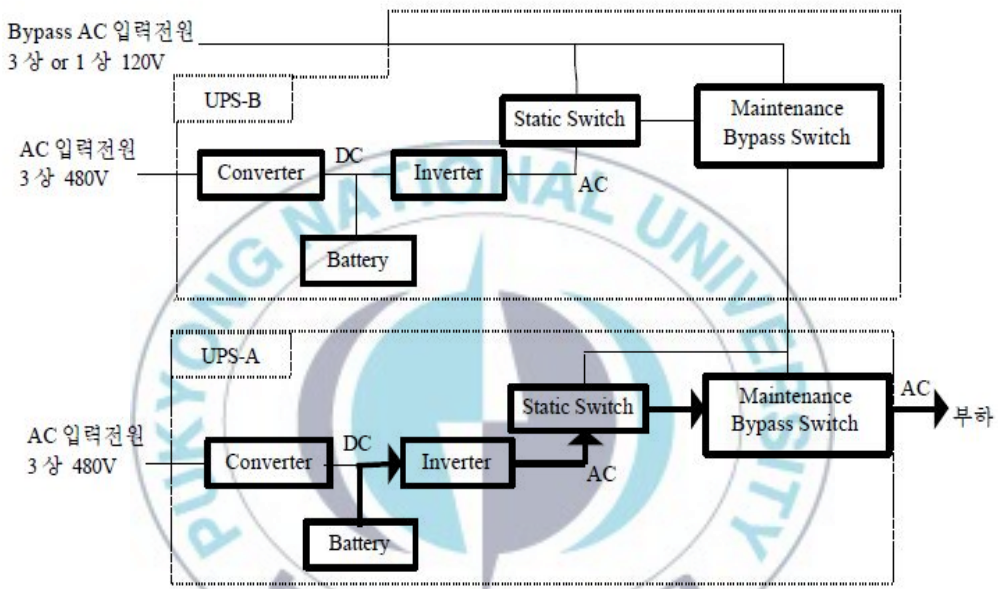


[그림2] Hot Stand-by System UPS 정상운전

UPS-A 와 UPS-B 는 상기 그림과 같이 Maintenance Bypass Switch를 통해 서로 연결되어 있으며, 정상운전시에는 UPS-A를 통해 부하에 전원이 공급되며, UPS-B 는 무부하 상태로 운전된다.

즉, UPS-B 의 AC 출력전원이 UPS-A 의 Bypass 입력전원으로 공급되며, UPS-A 의 Static Switch 및 Maintenance Bypass Switch 에서 부하 및 UPS-A의 출력전원과 끊어진 상태로 운전되는데 이를 “Hot Stand-by” 상태라고 하며 이러한 UPS System 을 “Hot Stand-by System”이라고 한다.

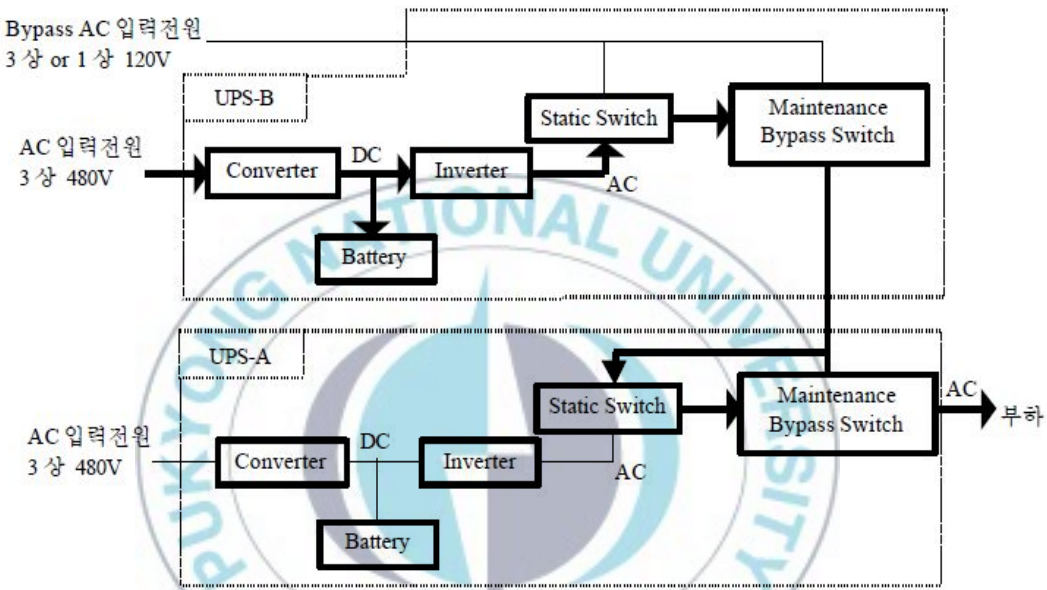
Converter 에 공급되는 AC 입력전원의 정전 또는 순간적인 전압 강하시에는 다음 그림과 같이 Inverter 의 전원을 Battery 방전 허용시간(UPS 정격부하에 대해 Battery 용량에 따른 전원공급 가능) 동안 Battery 로부터 공급받아 부하에 무순단으로 안정된 전원을 공급하게 된다. 만약, Hot Stand-by 설비인 UPS-B의 입력전원도 정전이 되었다면 UPS-B 의 Battery 가 방전되면서 Inverter가 무부하 운전을 하게 된다.



[그림3] AC 입력전원 정전시

정전되었던 AC 입력전원이 복전되면 Battery 로부터의 전력공급은 중단되고, Converter 는 방전된 Battery 를 재충전시키며, Inverter 에 직류전원을 공급하여 부하에 무순단으로 안정된 전원을 공급하게 된다. Converter 또는 Inverter 에 고장이 발생하거나 AC 입력전원 정전 후 Battery 방전이 끝나면 Static Switch 에 무순단으로 Bypass AC 입력전원으로 자동절체되며, Inverter ↔ Bypass 간에는 수동으로 무순단 절체가 가능하다.

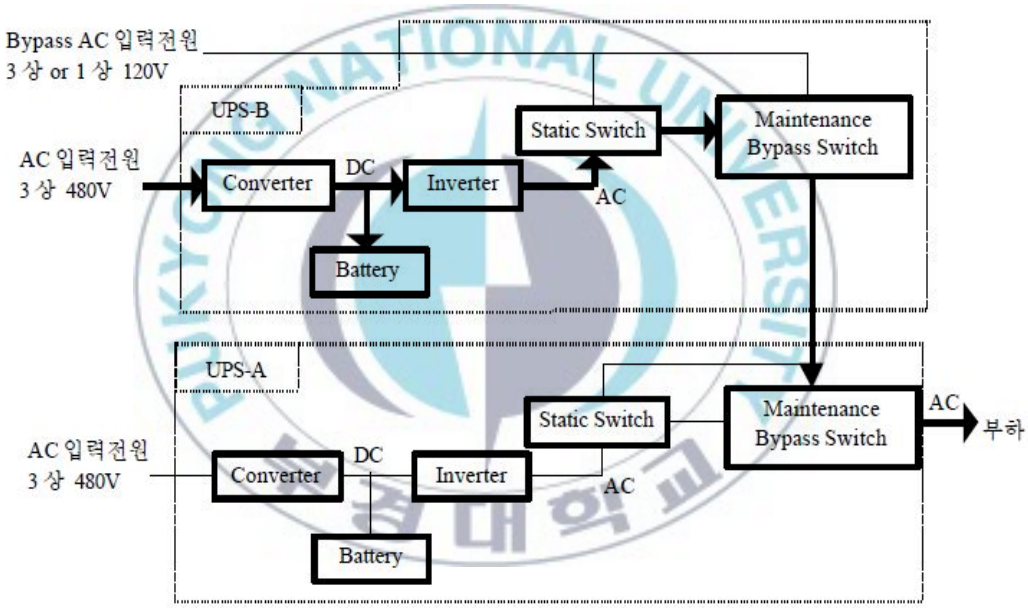
다음 그림4와 같이 Hot Stand-by System 의 경우에는 UPS-A 가 고장시 UPS-B로 무순단 절체가 이루어지며, UPS-B 가 고장시에는 UPS-B 만 Bypass 전원으로 절체되고 UPS-A 는 부하에 전원을 계속 공급할 수 있다.



[그림4] UPS-A 고장시 Bypass 절체

UPS 고장수리 또는 점검시에는 Maintenance Bypass Switch 를 통해 부하에 전원을 공급할 수 있으며, 이 경우에는 Maintenance Bypass Switch 에 연결된 Bypass AC 입력전원이 공급된다.

다음 그림5와 같이 Hot Stand-by System 인 경우에는 UPS-A 및 UPS-B 각각에 대해 Maintenance Bypass Switch 가 설치되어 있으므로 UPS-A를 Maintenance Bypass 로 절체하면 UPS-B 의 Single System으로서 부하에 전원을 공급하게 되고, UPS-B를 Maintenance Bypass로 절체하면 UPS-A 가 Single System 으로 운전되는 상태가 된다. 단, Maintenance Bypass Switch 조작은 반드시 해당 UPS 의 Static Switch 를 Bypass 로 절체한 후 행하여야 하며, Static Switch 가 Inverter 상태로 운전중에 조작할 경우 비동기상태에서 절체가 이루어질 수 있고 이로 인해 부하가 S/D 될 수 있으므로 주의해야 한다.

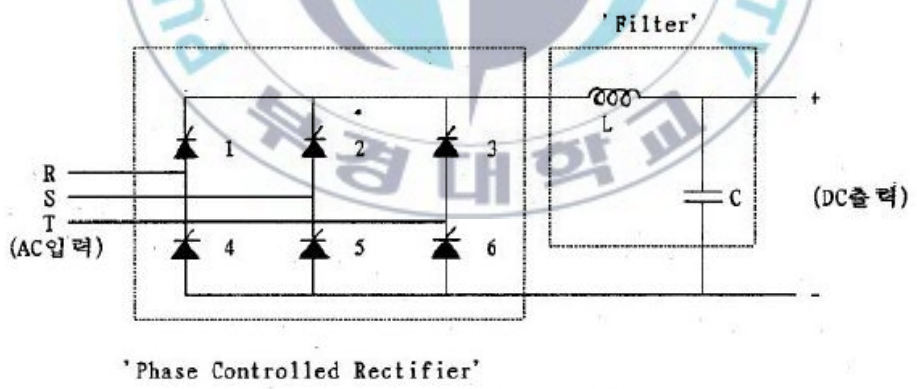


[그림5] Maintenance Bypass 절체

2.2 System 구성

1) Converter (Rectifier/Charger)

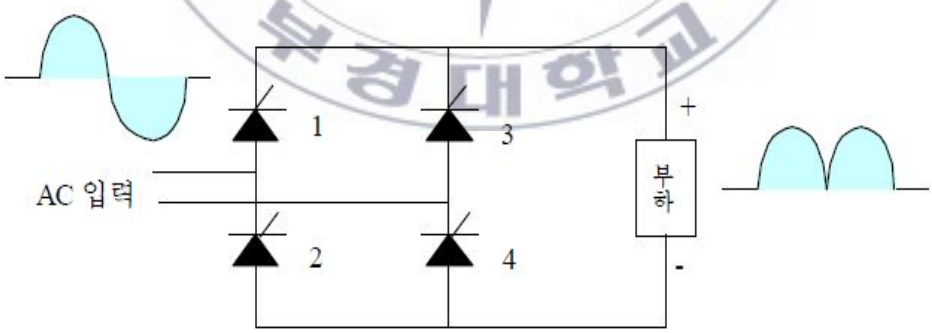
Converter 는 3 상 AC 입력전원을 DC 로 변환시키는 장치로서, 6 개의 SCR 또는 3 개의 SCR 과 3 개의 Diode 로 구성되어 있으며, 이는 'Phase Controller', 'DC Regulator' 등의 Control PCB 에 의해 Control 된다. DC 전압의 크기는 그림7과 같이 SCR 의 Gate Firing 각도로서 조정된다. 3상 AC 480V 가 동일하게 입력되어도 제작사에 따라 Converter 의 출력은 DC 135V, DC 230V, DC 405V, 그리고 DC 540V 등 다를 수 있다. 이렇게 AC 로부터 변환된 DC 는 그림 8과 같이 Ripple 을 많이 함유하고 있으므로 이의 제거를 위해 DC Filter 가 설치된다.(그림6 참조) Converter 의 경우, SCR 및 입력전원단의 보호를 위해 3 개의 Power Fuse 가 설치되어 있으며, Cable의 오결선으로 인해 3상 AC 입력전원의 상회전이 바뀐 경우에는 대부분 Converter System 이 동작하지 못하도록 되어 있으나 경우에 따라서는 이때에도 Converter 의 동작에 문제가 없도록 제작되어 있을 수 있다.



[그림6] Converter Circuit

[그림7] SCR Gate Firing 각도에 따른 Converter 출력파형

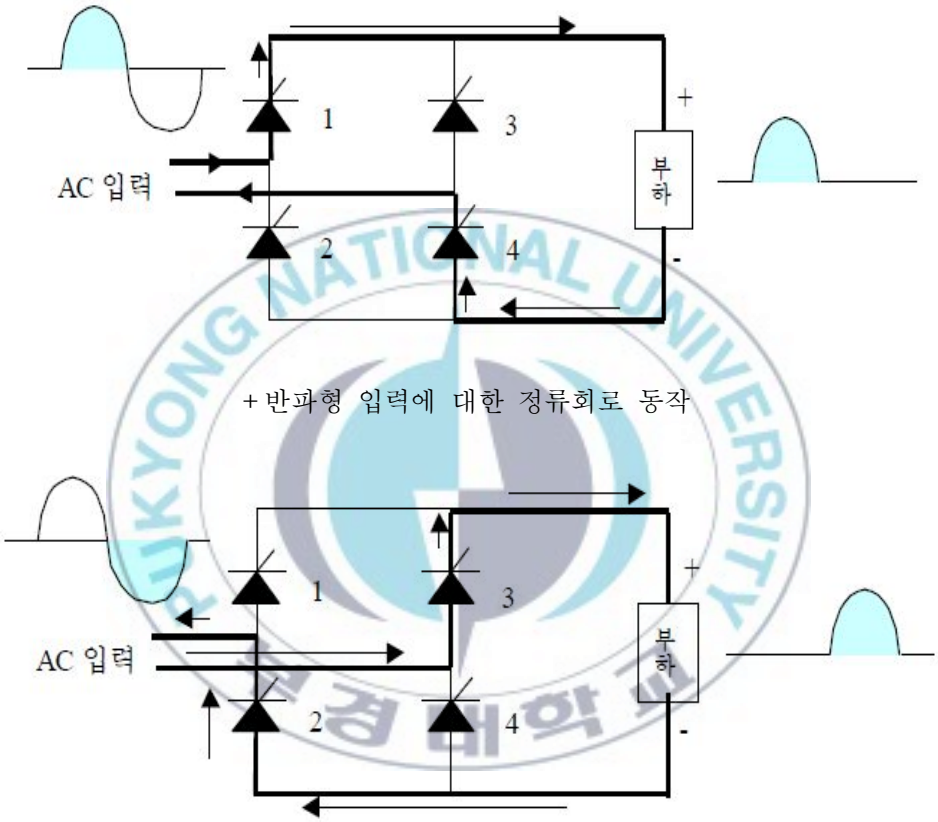
[그림8] DC Filter 설치전후의 Converter 출력파형



[그림9] 단상 전파정류회로

그림9와 같이 입력측에 ±교류전원이 인가되면 방향성의 반도체(SCR)에 의해 부하측에는 +방향의 직류전원이 인가된다.

입력전원의 +반파형에 대해서는 SCR 1,4 번이 On 되고 SCR 2,3 번은 Off 되며, 전류는 그림10 과 같이 SCR 1,4 번을 통해 흐르게 되고 부하측에는 +방향의 직류전원이 인가된다.



+반파형 입력에 대한 정류회로 동작

-반파형 입력에 대한 정류회로 동작

[그림10] 파형에 따른 정류회로 동작

입력전원의 -반파형에 대해서는 SCR 2,3 번은 On 되고, SCR 1,4 번은 Off 되며, 전류는 그림10과 같이 SCR 3,2 번을 통해 흐르게 되고 부하측에는 + 방향의 직류전원이 인가된다.

2) battery

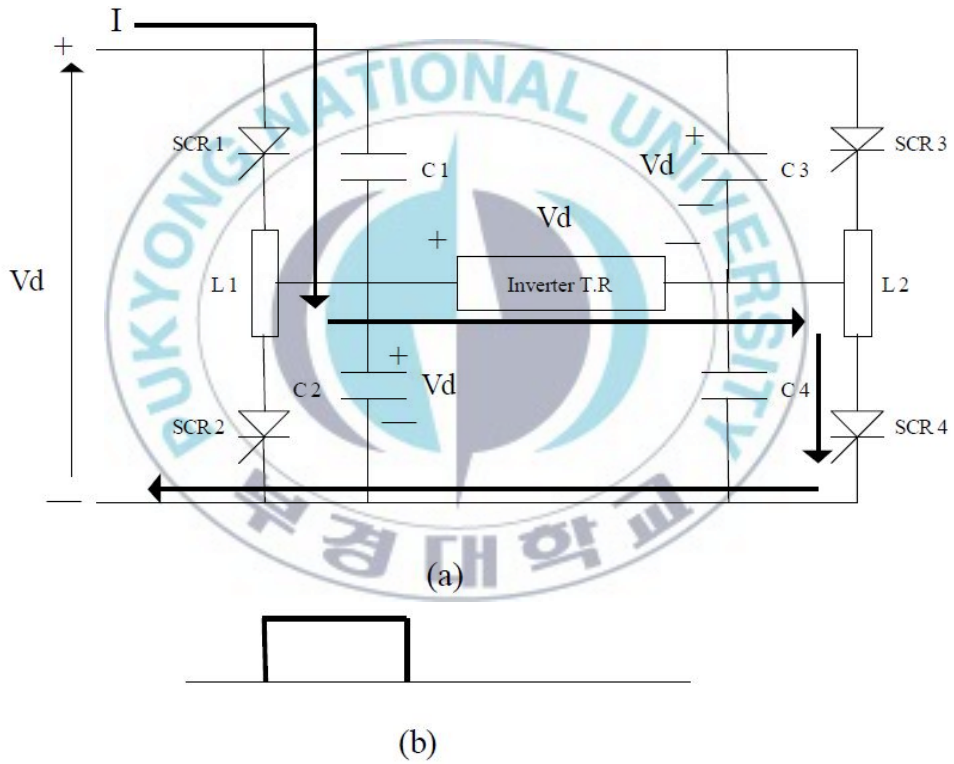
전력을 충전시켜 두었다가 입력전원의 Trouble 시 방전하는 장치로서 보통 UPS 정격전류에서 30 분간 Back-up 이 가능하도록 설계되며, 설치되는 장소나 상황에 따라 Battery 수량을 증가 또는 감소 시켜 Back-up Time을 조절 가능하다. UPS 용량에 따라 Battery AH 가 결정되고, Battery 의 종류는 산성 Battery, 알칼리 Battery 로 대별되며 당사의 경우 무보수 밀폐형 산성 Battery 를 주로 사용하고 있다.

3) Inverter

DC 전원을 부하에 필요한 정전압/정주파수의 AC 로 만들기 위해 구형파를 발생시키는 장치로서, 제작사에 따라 SCR, Transistor, IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor), GTO(Gate Turn Off SCR) 등 다양한 소자를 사용하여 System 을 구성하고 있으며, 보통 4 개의 소자로서 구성되어 있고, Inverter 출력이 3 상 AC 인 경우에는 12 개의 소자가 사용된다. 또, Inverter 출력전압의 크기는 이들 소자의 구동시점 및 시간 제어에 의해 조정되는데, 출력이 3 상인 경우에는 각 상별로 120 도의 위상차를 두고 소자를 구동시키며 이를 위해 별도의 Control PCB 가 설치되어 있다. SCR 을 사용하는 경우에는 도통된 SCR 을 Off 시켜 주기 위한 회로(보통 L 과 C 로써 구성되며 Commutation Circuit가 추가로 필요하다.

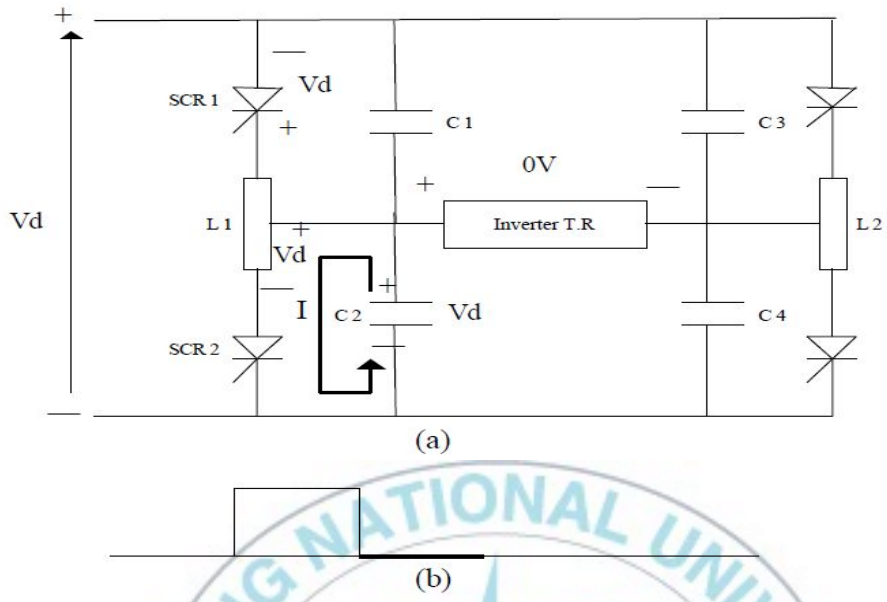
SCR 을 사용하는 Inverter 의 동작순서를 간단히 기술하면 다음과 같다.

가. SCR 1 On, SCR 2 Off, SCR 3 Off, SCR 4 On SCR 1,4 를 On 시키면, 전류는 그림 11 (a)와 같이 흐르게 되고, Inverter T.R 에는 +Vd 의전압이 인가되며 Inverter 출력파형은 그림 11 (b)와 같이 된다. 또한, 이와 동시에 Capacitor C2, C3 는 Vd 로 충전된다. 이때, SCR 2 를 On 시키면, 순간적으로 Capacitor C2 는 그림12 (a)와 같이 방전되며, Choke L1 에는 Capacitor C2 의 충전전압 Vd 가 인가되어 SCR 1 의Cathode 단자에는 2Vd 의 전압이 인가된다.



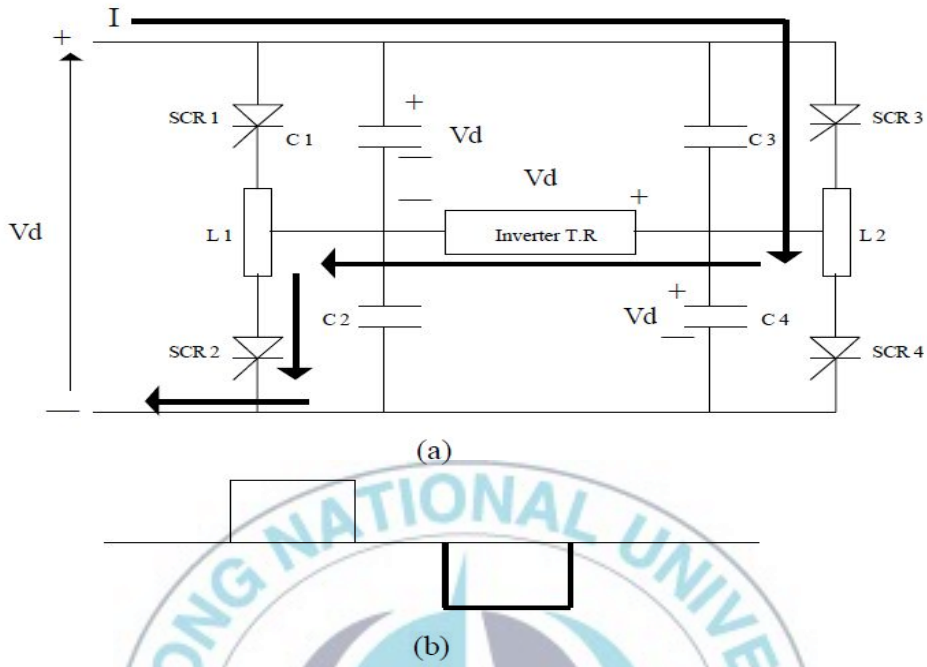
[그림11] SCR 1,4 On 시 단상 Inverter 회로의 동작 및 출력파형

따라서, SCR 1 은 역전압 Vd 에 의해 Off 되게 된다. SCR 4 의 경우도, 동일한 Mechanism 에 의해 Off 되며, 결국, Inverter T.R 에는 그림 12 (b)와 같이 0V 가 인가되게 된다.



[그림12] SCR 1 Off Mechanism 및 SCR 1,4 Off 시 출력파형

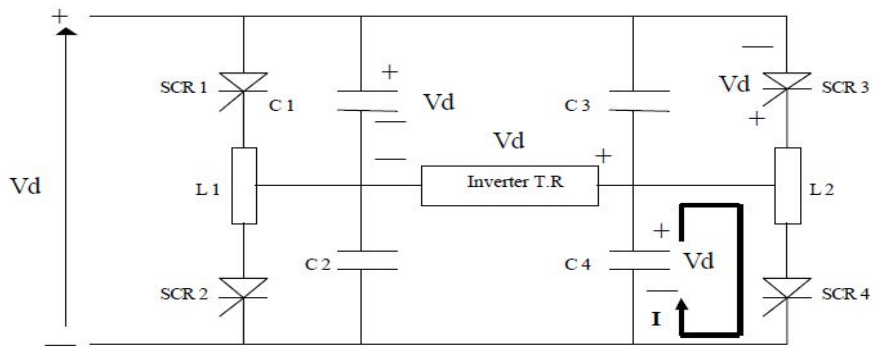
나. SCR 1 Off, SCR 2 On, SCR 3 On, SCR 4 Off SCR 2,3 를 On 시 키면, 전류는 그림 4-10 (a)와 같이 흐르게 되고 ,Inverter T.R 에는 - Vd의 전압이 인가되며 Inverter 출력파형은 그림 15(b)와 같이 된다. 또한, 이와 동시에 Capacitor C2, C3 는 Vd 로 충전된다. 이때, SCR 4 를 On 시키면, 순간적으로 Capacitor C4 는 그림 13 (a)와 같이 방전되며, Choke L2 에는 Capacitor C4 의 충전전압 Vd 가 인가되어 SCR 3 의 Cathode 단자에는 2Vd 의 전압이 인가된다. 따라서, SCR 3는 역전압 Vd 에 의해 Off 되게 된다. SCR 2의 경우도, 동일한 Mechanism 에 의해 Off 되며, 결국, Inverter T.R 에는 그림 13 (b)와 같이 0V 가 인가되게 된다.



[그림13] SCR 2,3 On 시 단상 Inverter 회로의 동작 및 출력파형

4) Output Filter

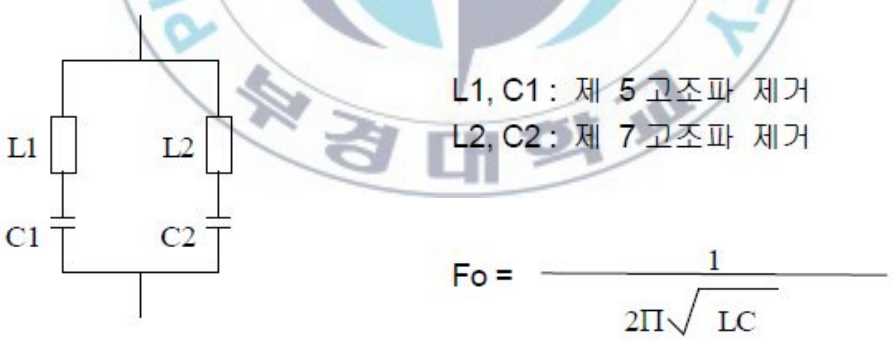
Inverter 의 AC 출력은 많은 고조파를 함유하므로 이를 제거하기 위해 Inverter 출력단에 Filter 를 설치한다. 일반적으로, Inverter 출력에는 제 3, 5, 7고조파가 주로 많이 함유되어 있는데, 이중 제3고조파는 주로 Inverter TR을 Zig-zag로 결선하거나, Inverter 를 PWM (Pulse Width Modulation) 제어함으로써 제거하며 제 5, 7 고조파는 별도로 L - C Filter 를 추가로 설치하여 제거한다. 그림 15는 제 5, 7 고조파 제거용 Output Filter 의 예를 든 것이다.



(a)

(b)

[그림14] SCR 3 Off Mechanism 및 SCR 2,3 Off 시 출력파형

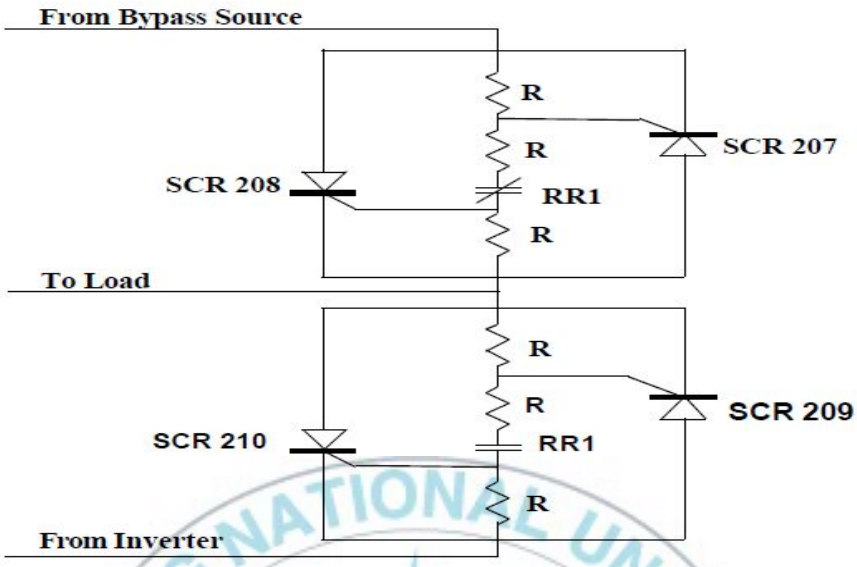


[그림15] Output Filter

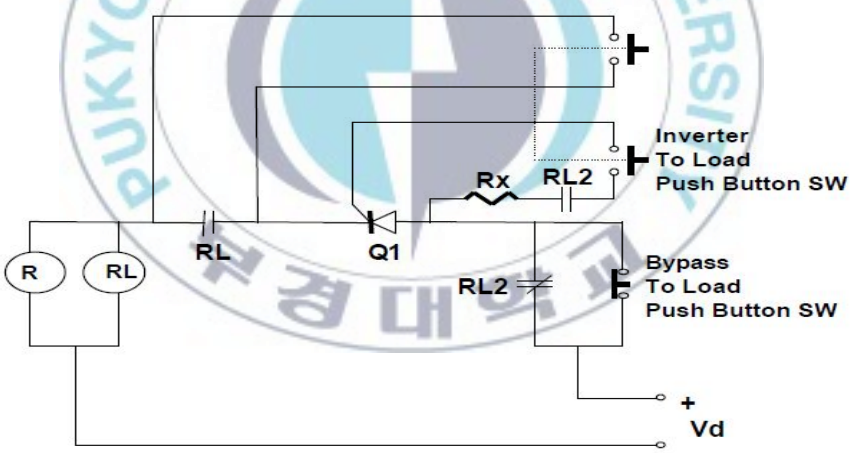
5) Static Switch

Inverter Trouble 시 또는 점검/정비작업을 하고자 할 경우 무순단 절체를 위한 장치로서 SCR Type , SCR - Magnetic Contactor 조합형, SCR -Circuit Breaker 조합형이 있으며, Control PCB 에 의해 제어된다. 1 상 UPS 의 SCR Type Static Switch 회로를 그림 16 (a)에 도시하였다. 이를 간략히 설명해 보면, 그림 18 (b)의 Static Switch Control Circuit 에서 RL2 는 Inverter 출력 전원과 Bypass 입력전원이 서로 동기상태일 때 여자되는 보조계전기 접점이며, RL2 가 여자되어 있다고 가정할 때, Bypass To Load Push Button Switch 를 누르면, 보조계전기 RR1 이 Off 되어, 그림 16 (a)의 SCR207, SCR 208 이 On 되며 부하는 Bypass 전원으로 절체되게 된다.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교



(a) Static Switch Circuit



※*Remark*
RL2 : Inverter 출력전원과 Bypass 전원이 동기상태일 때 여자되는 보조 계전기
RL1, RR1 : 보조 계전기

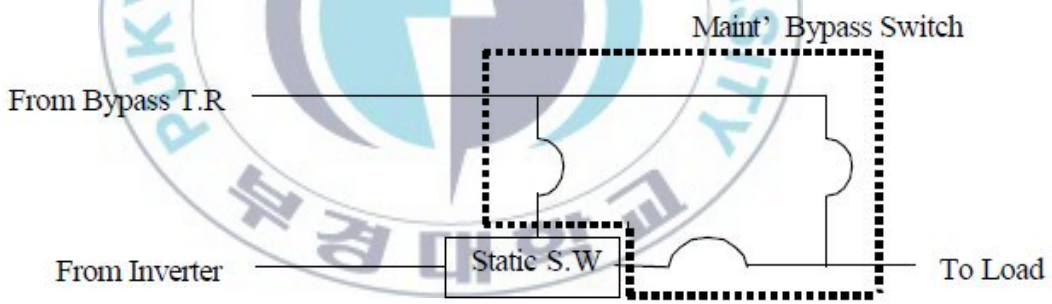
(b) Static Switch Control Circuit For Manual Transfer

[그림16] 단상 UPS 용 Static Switch Circuit

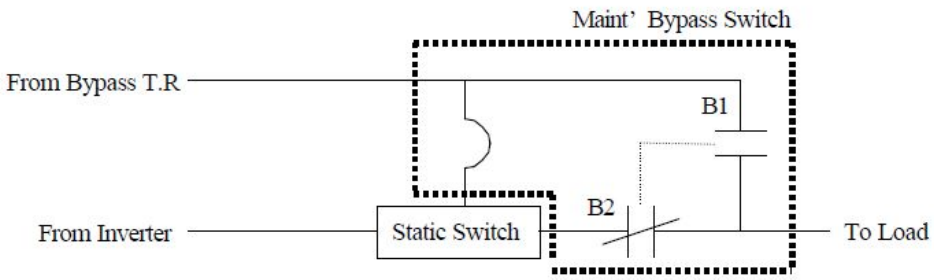
또, Inverter To Load Push Button Switch 를 누르면 그림 16 (b)에서 SCR Q1 이 On 되어 보조계전기 RL1, RR1 이 On 되며, RR1 접점에 의해 그림 16 (a) 의 SCR 209, SCR 210 이 On 되고, 부하는 Inverter 전원으로 절체되게 된다. 물론, 비동기 상태이면 RL2 Relay 가 Off 되므로 수동절체가 이루어질 수 없으며 역전압이 걸릴 때까지는 Off 되지 않는 SCR 의 특성때문에 절체는 모두 무순단으로 이루어지게 된다.

6) Maintenance Bypass Switch

UPS Trouble 로 인한 수리작업 시 또는 점검작업 시, 부하에 전원을 공급하기 위한 장치로서 Circuit Breaker Type, 3 Position Switch Type, Circuit Breaker - 2 Position Switch 조합형이 있다. 참고로, 위에 기술한 3 가지 Type 의 Maintenance Bypass Switch 회로를 도시해 보면 그림 17 과 같다.

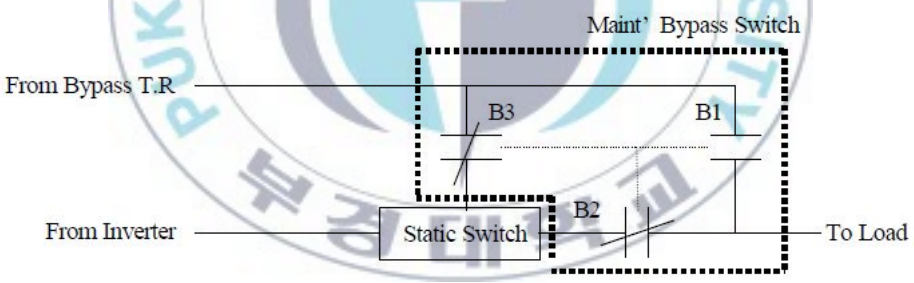


A. Circuit Breaker Type Maintenance Bypass Switch



Switch Position	Maint' Bypass Switch Contacts	
	B1	B2
Normal		
Bypass		

B. Circuit Breaker - 2 Position Switch Type Maintenance Bypass Switch

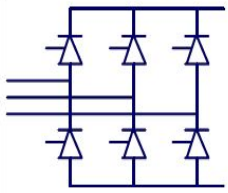
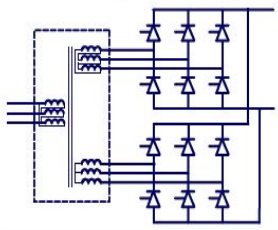
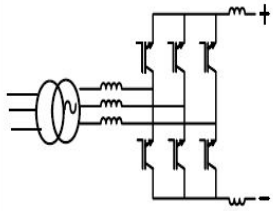
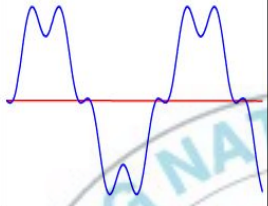
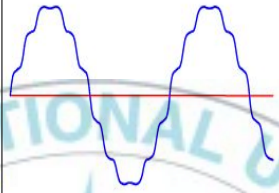
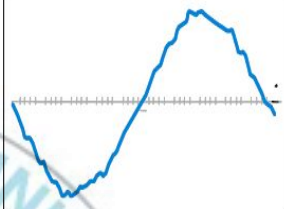


Switch Position	Maint' Bypass Switch Contacts		
	B1	B2	B3
Normal			
Bypass			
Bypass Isolate			

C. 3 Position Switch Type Maintenance Bypass Switch

[그림17] Type별 Maintenance Bypass Switch 회로도

[표3] UPS 입력 정류부 구조에 따른 방식 비교

No	항 목	6-Pulse Rectifier	12-Pulse Rectifier	IGBT Rectifier
1	회로구조			
2	입력전류 파형			
3	THDi	30%	10%(option filter 사용 시 5%)	3~5%
4	입력 역율	지상 0.8 이상	지상 0.850이상(option filter 사용시 0.95)	지상 0.99 이상
5	사용부품 및 소자	· 6-Pulse SCR Bridge * 1조 · Input Reactor (입력 변압기 없음)	· 6-Pulse SCR Bridge * 2조 · Input Reactor · 입력 변압기 1EA	· 6-IGBT Bridge * 1조 · 입력 Reactor 1EA · 입력 강압변압기 1EA
6	제어회로	· 아나로그 및, 디지털 제어	· 아나로그 및, 디지털 제어	· DSP Firmware 제어
7	사용알고리즘	· N.A.	· N.A.	· 공간벡터제어(S.V.M.) 알고리즘

[표4] Transfer Switch 분류 및 특성

Transfer Switch	특성
ATS (Automatic Transfer Switch)	일반적인 전력 제동에서 상전전원(Utility Power)과 비상전원(Emergency Power)사이에 설치되며 기계적인 절체동작을 하여 절체 동작 시 부하측에 대략 50~100ms 의 순단현상이 있다.
CTTS (Closed Transition Transfer Switch)	절체시 폐쇄형으로 동작 부하측에 순단현상이 없다. 상전과 비상전원 모두가 살아있는 조건이며 어느 한쪽전원이 정전이면 일반 ATS처럼 개방형 절체. 동작 매커니즘은 양전원이 활선상태에서 전압과 주파수, 위상이 기준오차 미만으로 부합되는 순간에 100ms 동안 병열운전을 통하여 부하측에 전원을 공급하는 방식
STS (Static Tranfer Switch)	기계적인 접점구조가 아닌 전력 반도체소자를 이용하여 1/4 Cycle의 빠른 절체동작으로 인해 부하측은 무순단으로 절체. 3상 대용량으로 제작이 되며, 양전원간에 위상(Phasc) 이 맞아야 무순단 절체. 절체시간은 통상 4ms 정도이며, 비동기 상태에서 절체 시 약 300ms 정도의 절체속도
STS (Source Transfer Switch)	Relay에 의한 강제절체를 이용하며, 약 1/3Cycle의 고속절체동작으로 인해 부하측은 무순단 절체가 가능. 양 전원간에 위상(Phase)이 맞지 않아도 무순단 절체동작을 한다. 절체시간은 약8~10ms이다.

ATS System은 절체 시 순단현상이 있으므로 UPS 출력측에 설치하는 것은 바람직하지 않다

CTTS System은 절체 시 순단현상은 없으나 전원이 활선 상태여야만 무순단 절체가 가능하므로 UPS출력 2중화를 위해서는 적합한 System이라고 볼 수 없다.

Static Transfer Switch 는 UPS 출력단과 UPS 출력 분전반 사이에 설치가 되며 3상 대용량이므로 STS 자체 크기가 대형이고, 가격 또한 고가이다.

이러한 Source Transfer Switch는 UPS출력 분전반과 부하사이에 설치가 되며 STS 자체 크기가 소형이고, 저가의 장비가격, lRU Size로 19″ Rack에 실장이 가능한 점 등 여러가지로 경제적인 System이다.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY 부경대학교

제 3 장 STS를 이용한 2중화 방식 설계

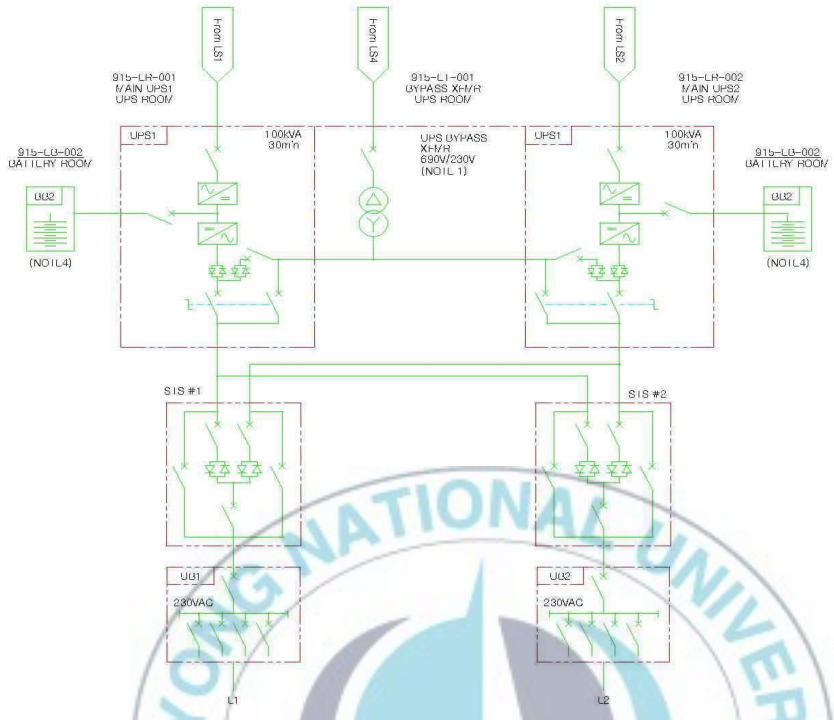
3.1 2중화 방식 SYSTEM 적용

2대의 UPS간의 수동절체는 2 UPS 출력 간의 동기가 가능한 상태에서만 가능하도록 하여야 하며, 그렇지 않으면(otherwise) 어느 한쪽 UPS에 연결된 전체 부하를 다른 쪽UPS의 분전반으로 무순단 절체 할 수 있도록 Static change-over switch가 제공되어야 한다.

Manual static change-over는 부하를 어느 한 UPS로 부터 다른 UPS로 무순단으로 절체가 가능하여야 한다.

컴퓨터 시스템, 사무기기, 네비게이션 및, 통신장비등을 위한 2개의 UPS 출력 분전반 간에는 Tie Breaker가 설치되며 정상 운전 시에 이 Bus-ties는 Open되어 있고 각 분전반은 각자의 UPS로부터 전력을 공급 받는다. 2 분전반 간에 설치되는 Tie Breaker 는 Close transition logic device 및, 기능들을 포함하여야 한다.(sync check relay, make before break 3 out of 4 interlock, 입력 전원 선택 .기타..)

바이패스 전원이 없을 경우 및, 입력 과 바이패스 간에 동기가 맞지 않은 경우에도 두 UPS 출력은 항상 서로 동기가 맞아야 하며 Tie 브레이커를 언제나 투입 할 수 있도록 병렬운전이 가능하여야 한다. 비동기 상태에서는 Tie 브레이커 투입이 불가능하여야 한다. 그럼에도 불구하고 동기상태에서는 수동 투입이 가능하여야 한다. UPS 출력전압 상실 시(고장 상태 아님) 자동으로 바이패스 전원이 출력 side breaker를 통해 UPS 출력으로 공급되어야 한다. 전원 또는 충전기 출력 상실 시 UPS는 축전지 모드로 절체 되어야 한다.



[그림18] One-Line Diagram

구성내용

1.UPS: 100KVA 2대

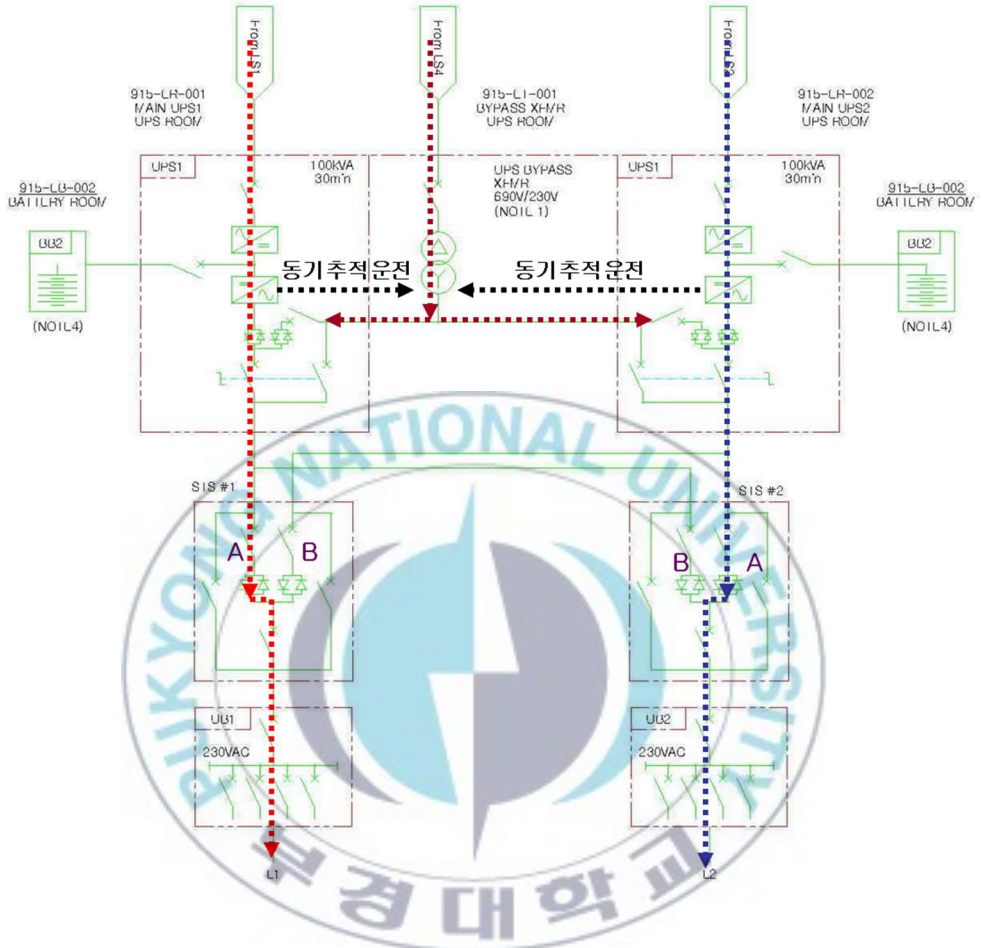
2.축전지: 100KVA 30분/50KVA 1시간 용 2조

3.바이패스 변압기: 100KVA 1대

4.STS : 50KVA 2대

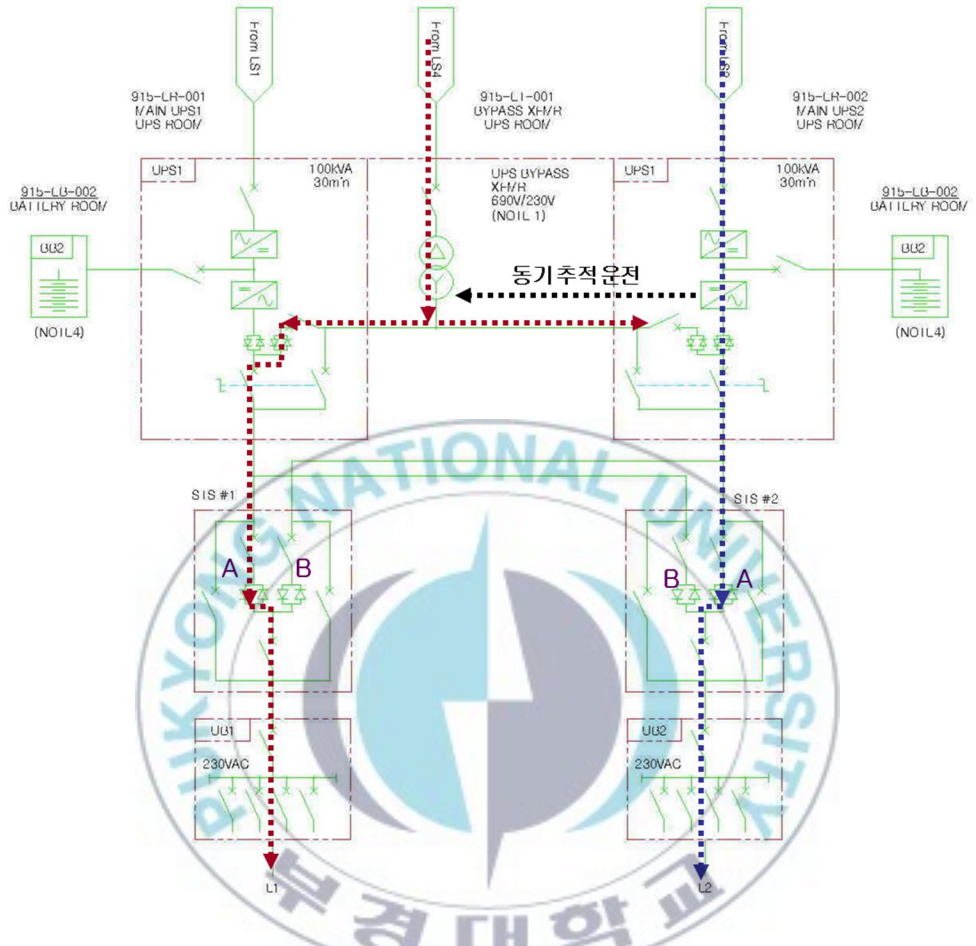
5.분전반: 50KVA 2대

3.2 2중화 구성에 따른 SYSTEM 구현



[그림19] One Diagram 이중화 구성 정상운전

1.각각의 UPS는 각각의 STS를 통해 각각의 부하에 전력을 공급함
2.UPS1-STS1-UB1-L1
3.UPS2-STS2-UB2-L2
4.각 STS는 A위치로 되어 각각의 UPS로 부터 전력을 공급 받음.
5.바이패스 전원이 공급 중으로 각 UPS는 공통의 바이패스 전원에 동기 된 상태로 운전 중임. 따라서 UPS1 출력과 UPS2 출력은 동기 된 상태임.



[그림20] UPS1 고장 시 운전

1.UPS1 내부에서 바이패스로 무순단 자동 절체 됨.

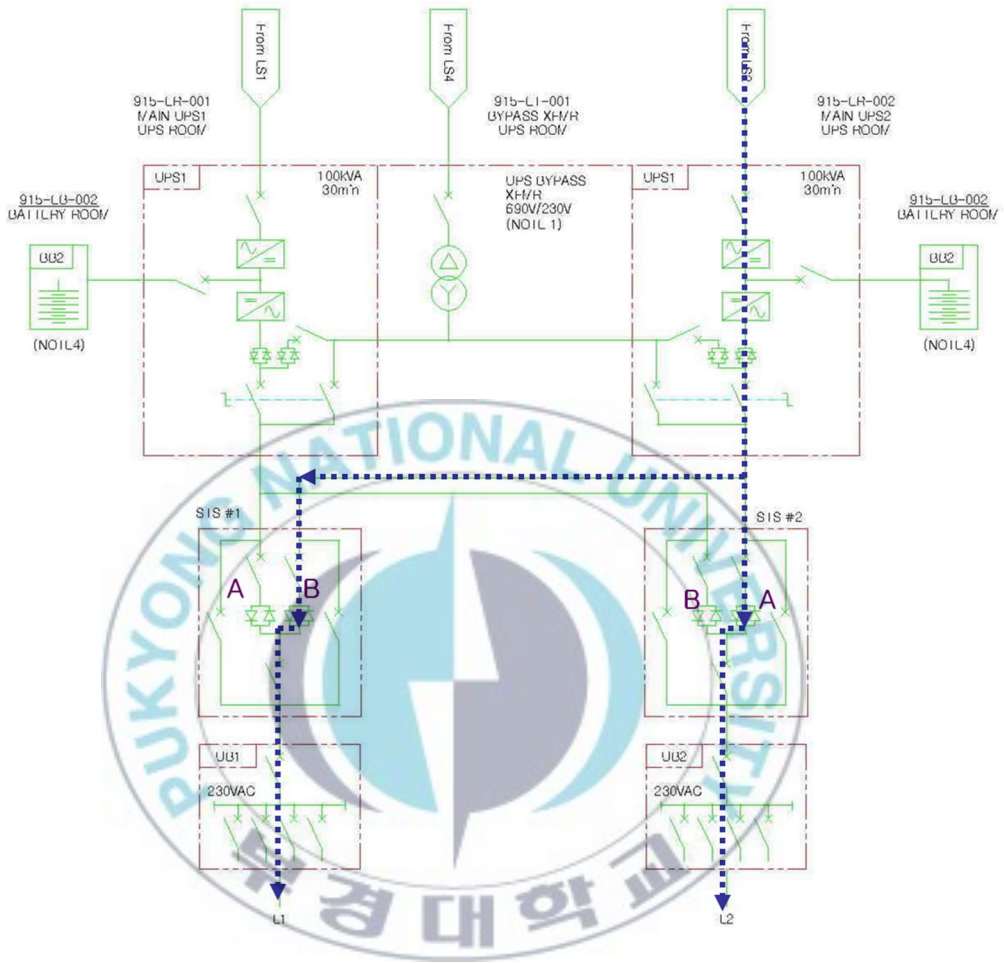
2.STS1은 여전히 A위치로 되어 UPS1으로 부터 바이패스 전력을 공급 받음

3.바이패스-STS1-UB1-L1

4.UPS2-STS2-UB2-L2

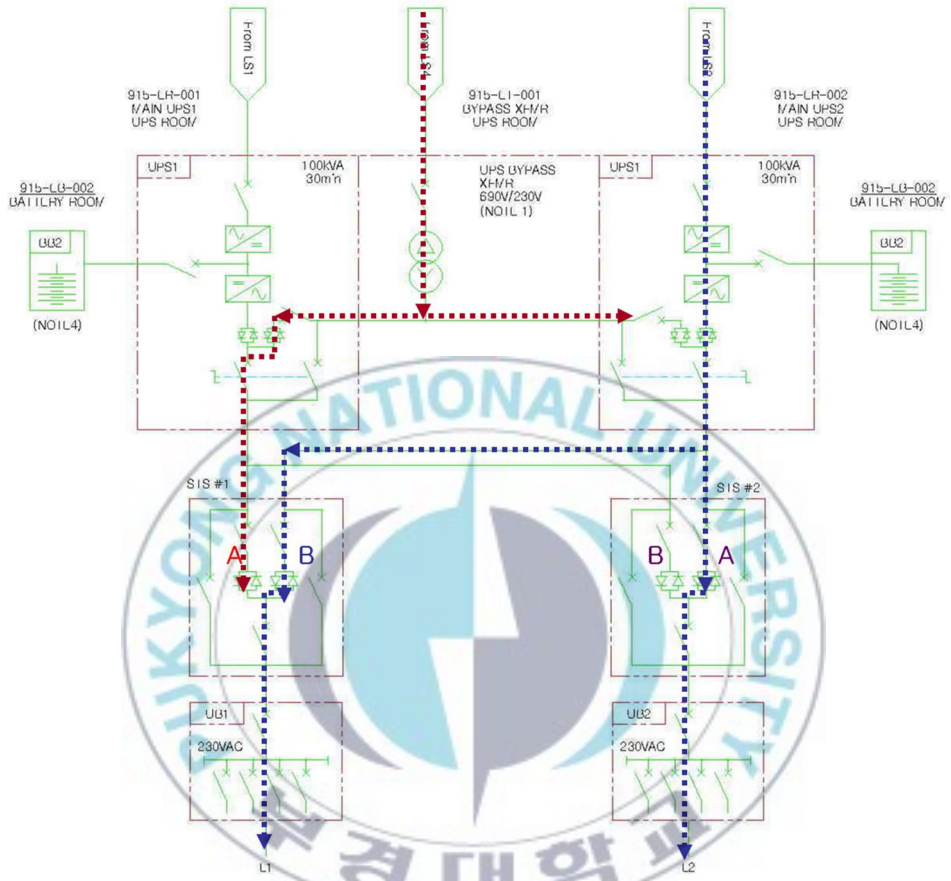
5.UPS2는 바이패스 전원에 동기 된 상태로 UPS2 출력은 바이패스 전원이

공급 중인 UPS1 출력과는 동기 된 상태임.



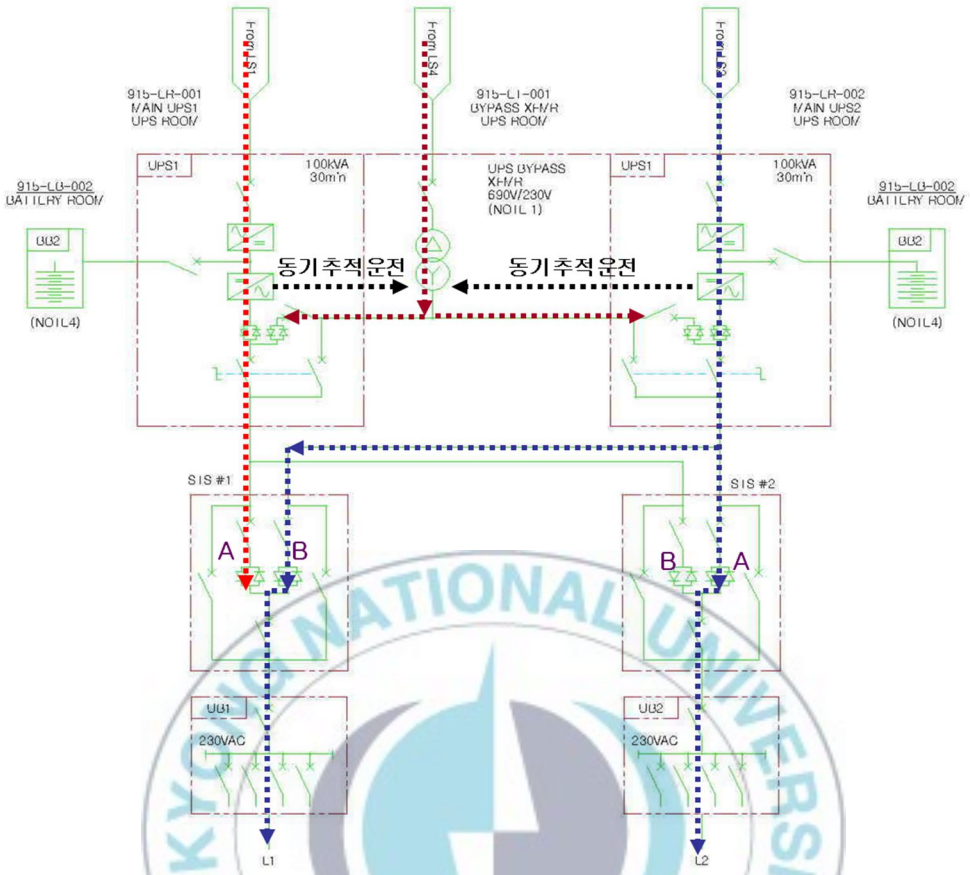
[그림21] UPS 1 고장 상태에서 바이패스 정전 시 운전

1.UPS1이 바이패스 모드로 운전 중인 상태에서 바이패스 전원에 정전이 발생하면 STS1는 이를 급속 감지하여 무순단으로 B위치로 자동절체 됨.
2.STS1의 두 입력이 동기된 상태이므로 절체는 6mS이내에 무순단으로 이루어짐.
3.UPS2는 L1, L2를 합친100KVA를 감당함.



[그림22] 1호기 고장 시 2호기로 STS 수동절체 운전

1.바이패스 전원을 공급 받는 L1은 필요 시 UPS2로의 수동 절체가 가능함.
2.수동 조작에 의해 STS1은 A위치에서 B위치로 무순단 절체 됨.
3.UPS2는 L1, L2를 합친100KVA를 감당함.



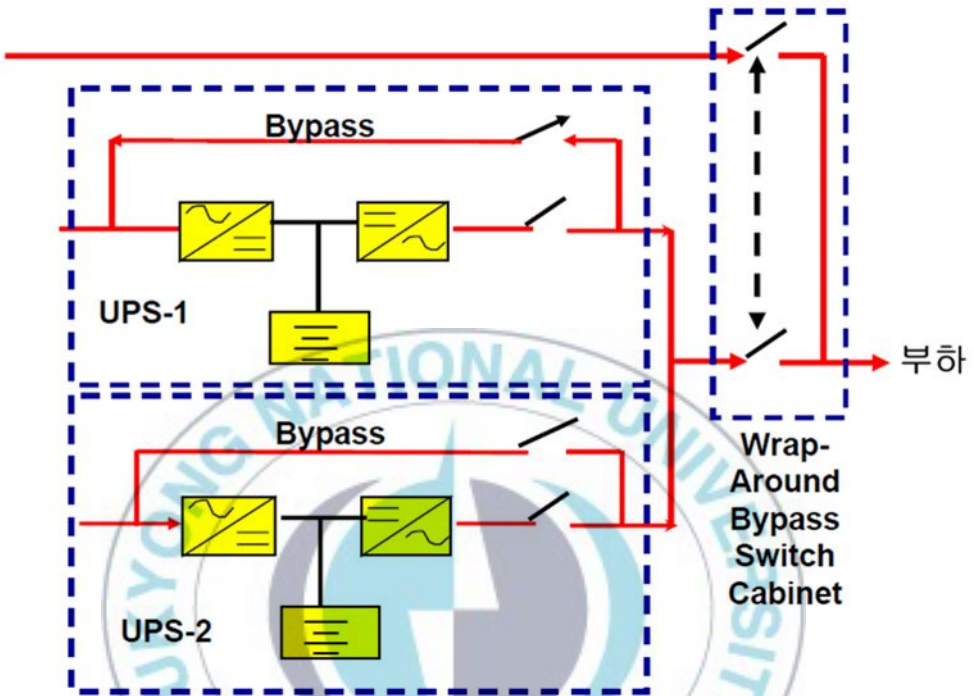
[그림23] 정상운전 중 1호기 부하를 2호기로 수동 절체 운전

1.정상운전 중 UPS1의 점검 목적 등으로 필요 시 L1을 UPS2로의 수동 절체가 가능함.

2.두 UPS의 출력은 동기된 상태임.

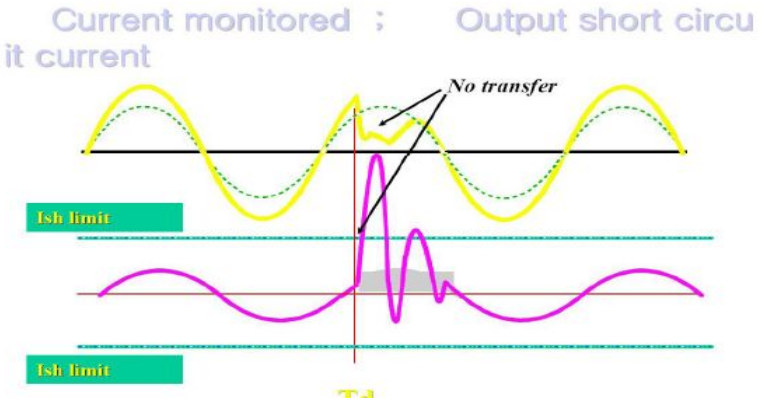
3.수동 조작에 의해 STS1은 A위치에서 B위치로 6mS 이내에 무순단 절체됨.

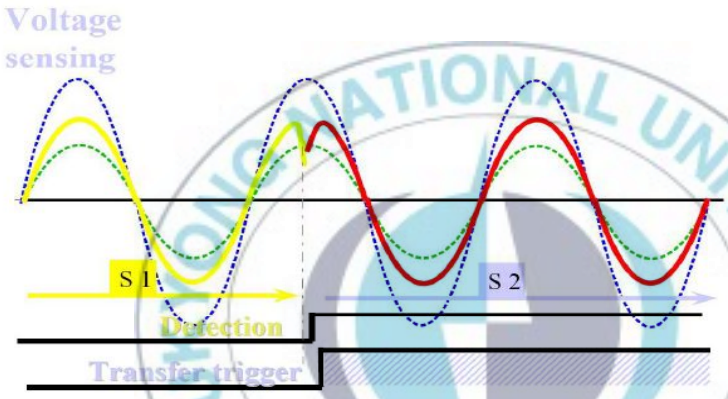
4.UPS2는 L1, L2를 합친 100KVA를 감당함.



[그림24] UPS 2중화에 따른 ONE LINE DIAGRAM

UPS 2중화와 함께 WRAP-AROUND BYPASS를 구성하면 각각의 UPS를 수리, 보수 및 분리 교체등을 할 때도 전혀 부하장치를 차단하는 일이 없이 완전한 Make-Before-Break 가 가능하다.





[그림25] 이중화 구성에 따른 STS 동작시 Voltage Sensing

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY 부경대학교

제 4 장 결 론

복수의 UPS 병렬 운전 시 야기되는 문제점으로 인해 UPS의 정전압/정주파수 공급능력과 STS(Source Transfer Switch)의 무정전 절체 기능을 조합한 전원 2중화 SYSTEM을 제안하여 기존 방식과의 비동기 상태에서의 절체방식에 관한 효용성과 무순단 절체시의 문제야기 가능성, 비동기 수동조작의 오조작과 SCR에 의한 절체 동작에 관해 논하였다.

이를 통해 비동기 상태에서도 언제든지 BBM(Break-Before-Make) 절체방식에 의해 12ms 이내에 무순단 절체가 가능하다. Source Overwrap없이 무순단 절체를 시키는 BBM방식으로 절체 중 2대의 UPS사이에 Cross Current가 없으므로 2대의 UPS에 문제를 초대할 가능성이 전혀 없음을 알 수 있다. 또한 비동기 시 수동 조작에 의한 오조작 가능성이 없다. SCR에 의한 절체로 동작 속도 빠르며 동기시 6ms이내에 무순단 절체 가능하며 출력 단락 시 절체 금지로 고장 파급 방지할 수 있다. UPS와 STS는 서로 다른 방식으로 제조사로도 가능한 완전 별개로 공급이 가능하며 수리가 용이 하여 앞으로 UPS SYSTEM에 적용이 활성화 되며 보다 많은 연구가 진행 될 것이다.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교

참고 문헌

[1] 정현철, “무정전전원공급고속 절환장치”, KT-R&D, 특허청, 제 0788116호, 2005. 7.

[2] 정현철, “ UPS독립제어고속절환장치, 이를 이용한 전원공급 시스템 및 그 독립제어 고속절환방법”, KT-R&D특허청, PCT/ KR2006/003825, 2007. 10.

[3] 황동주, “소형STS를 이용한 UPS출력의 이중화”, 대한전기학회 2005.

[4] 박지호, 노태균, 김춘삼, 안인모, 우정인, “UPS 인버터의 성능 개선을 위한 강인한 2중 디지털 제어기의 설계”, 전력전자학회 논문지, pp. 116-127, 2003. 4.

[5] P. C. Loh, D. G. Holmes, "Analysis of multiloop control strategies for LC/CL/LCL-filtered voltage-source and current-source inverters", IEEE Trans. on Industrial Electronics, Vol. 41, No. 2, pp. 644-654, 2005.

[6] N.A.Lehtomaki, N.R.Sandell, Jr., and M.Athans, "Robustness Results in Linear Quadratic Gaussian Based Multivariable Control Design," IEEE Trans. on Automatic Control, Vol. AC-26, pp. 75-92, Feb. 1981

[7] K. Piboonwattanakit, W. Khan-ngern, "Design of the Two Parallel Inverter Modules by Circular Chain Control Technique", PEDS '07, pp.1518-1522, 2007.

[8] M.C. Chandorkar, D.M. Divan, R. Adapa, "Control of parallel connected inverters in stand-alone AC supply systems", IASAM '91, Vol. 1, pp. 1003-1009, 1991.

[9] M.C. Chandrokar, D.M. Divan, B. Banerjee, "Control of distributed UPS systems", PESC '94, Vol. 1, pp. 197-204, 1994.

[10] A. Tuladhar, H. Jin, T. Unger, K. Mauch, "Parallel operation of single phase inverter modules with no control interconnections", APEC '97, Vol.1, pp. 94-100, 1997.

[11] A. Engler, "Control of Parallel Operating Battery Inverters", 1st PV Hybrid Power Systems Conference, 2000

감사의 글

논문이 완성되기 까지 너무도 많이 저를 지도해 주시고 마지막 순간까지 격려와 질책을 아끼지 않으신 배종일 지도교수님께 가장 큰 감사의 말씀을 드려야 하겠습니다.

평생 살것처럼 배워야 한다는 말씀으로 학문의 길로 저를 이끌어 주시고 항상 학문의 자세를 스스로 보여주신 교수님께 그동안 제자된 도리를 제대로 하지 못한 것이 가장 아쉽습니다.
또한 학위논문 심사를 맡아주신 교수님께도 감사하다는 말씀을 드립니다.

논문이 완성되기 언제나 따뜻한 사랑으로 격려해 주고 많은 조언과 도움을 준 아내 한미정씨에게 고마운 마음 사랑으로 전합니다.

하나님께 감사와 영광과 찬양을 높혀 드립니다.
항상 기뻐하고 감사하는 마음으로 이웃을 사랑하고 섬김과 나눔을 실천하는 삶을 살도록 최선을 다하겠습니다. 부족한 저에게 많은 성원과 격려를 아끼지 않으신 모든 분들에게 감사드리며 가정에 건강과 행복이 가득하시고 하나님의 은총이 늘 함께 하시길 기원드립니다.

2012년 12월
김 용 욱.