

UPS에서 전원 절체시 과도특성에 관한 연구

이영수*, 이간운, 차재만
한전기공(주) 원자력 기술연수원

A study of transient characteristics during the transfer of the source of electric power in UPS.

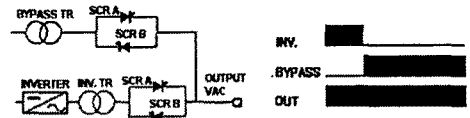
Young-Soo Lee, Kan-Woon Lee, Jae-Man Cha

Abstract - There are a lot of troubles during the transfer of the source of electric power in UPS (uninterruptible power supply system) which is indispensable to the industrial equipments. They cause blackout accidents, resulting in a great economic loss.

After measuring and analyzing the transient phenomena happening during the transfer, this paper presents the solution of the troubles.

The solution can be used as a basic material for maintenance and it can minimize the troubles occurring in UPS and enhance the reliability of it.

며 구성이 간단하여 소용량에서 부터 대용량까지 광범위 하게 적용되고 있다. 반도체 스위치 절체방식에서의 두 전원간의 중첩되는 시간이 4[ms]이내인대 비해 하이브리드 스위치방식은 20~30[ms]정도로 길다.



[그림2] 반도체 스위치구성 및 동작시퀀스

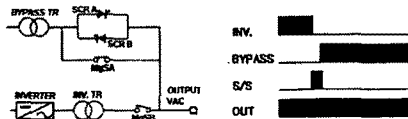
1. 서 론

발전설비에 필수설비인 UPS(Uninterruptible Power Supply)는 초기기동후 Retransfer되고 과부하나 UPS 고장이 일어나면 Critical 부하가 By-pass로 Transfer되는데 이때 많은 Trouble이 발생된다. 발전소에서 사용되고 있는 절체스위치의 구성방법은 반도체 스위치나 하이브리드 스위치로 구성되며 Transfer나 Retransfer시 인버터와 By-pass전원과의 동기는 필수적이다. 따라서 본 논문은 위상차 및 부하별로 절체시 발생하는 전압, 전류 파형을 시험을 통해 측정 분석하여 이에 대한 대책을 제시하여 유지관리의 기초자료로 활용하므로서 UPS에서 발생하는 고장을 최소화 하고 설비의 신뢰성을 증대하고자 한다.

2. 본 론

2.1 절체스위치 구성 및 특징

절체스위치의 구성방법은 반도체 스위치나 하이브리드 스위치로 구성되는데 반도체 스위치는 기계식 스위치나 하이브리드 스위치에 비하여 고속으로 스위치 동작이 행하여지나, 통전상태에서도 전압강하가 생기어 전력손실이 발생하는 결점이 있다.

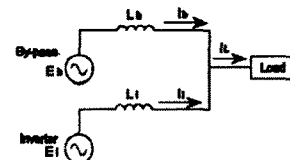


[그림1] 하이브리드 스위치구성 및 동작시퀀스

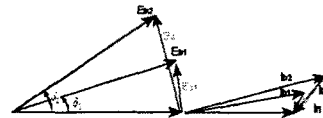
기계적 스위치는 반도체 스위치에 비해 통전시의 손실이 적고 또 개로상태에서 절연능력이 크나 고속의 스위치 동작에 문제가 있어 순간정전이 발생하는데 이를 반도체 스위치의 고속동작으로 보완한것이 하이브리드 스위치방식이다. 스위칭 소자로는 SCR이나 Triac이 주로 사용되

2.2 UPS등가회로 및 Vector도

UPS등가회로와 Vector도는 [그림2]와 [그림3]과 같다. 인버터전압 E_i 와 By-pass전압 E_b 사이 에 위상차가 존재할 때 [그림3]의 Vector도에서와 같이 두 전압의 상차에 의한 전압 E_o 가 발생하고 여기에 부하전류를 포함하면 인버터전류는 i_a 가되고 By-pass전류는 i_b 가 된다. 이때 i_a 와 i_b 의 크기는 위상차, 부하전류의 크기 및 부하의 종류에 따라 달라진다.



[그림3] UPS등가회로



[그림4] Vector도

3. 시 험

3.1. 시험 준비

위상차에 의한 전력특성변화 시험을 위해 절체스위치의 구성방법이 반도체 스위치된 7.5KVA UPS와 하이브리드 스위치로 구성된 7.5KVA UPS를 시험UPS로 사용했으며 출력전압은 120VAC이다. 그리고 부하특성 시험을 위해 80mH 및 160mH인덕터 88μF 및 44μF캐패시터 그리고 저항을 사용했으며 파형측정을 위해 Memory Hi-coder 8841을 사용했다.

3.2 시험

3.2.1 반도체 절체방식 위상차별 과도특성시험

(1) 상차전압 7.5V(120 μ s)에서 절체시 과도특성

번호	부하	절체	중첩시간	특성
1	R(12 Ω)	Transfer	0.2ms	-
		Retransfer	16ms	12A 진동전류발생
2	R(30 Ω)+C (20 Ω)병렬	Transfer	4.8ms	16A 진동전류발생
		Retransfer	0.2ms	15A 펄스전류발생
3	R(30 Ω)+L (20 Ω)병렬	Transfer	0.5ms	-
		Retransfer	13ms	18A 진동전류발생

(2) 상차전압 15V(280 μ s)에서 절체시 과도특성

번호	부하	절체	중첩시간	특성
1	무부하	Transfer	-	-
		Retransfer	-	절체양호
2	R(12 Ω)	Transfer	0.2ms	절체양호
		Retransfer	6.7ms	72A 진동전류발생
3	R(30 Ω)+C (20 Ω)병렬	Transfer	1ms	15A 펄스전류발생
		Retransfer	0.2ms	20A 진동전류발생
4	R(30 Ω)+L (20 Ω)병렬	Transfer	0.2ms	15A 진동전류발생
		Retransfer	7ms	75A 진동전류발생

(3) 상차전압 20V(440 μ s)에서 절체시 과도특성

번호	부하	절체	중첩시간	특성
1	무부하	Transfer	-	-
		Retransfer	-	-
2	R(12 Ω)	Transfer	0.5ms	25A 진동전류발생
		Retransfer	8.3ms	116A 진동전류발생
3	R(30 Ω)+C (20 Ω)병렬	Transfer	9ms	26A 진동전류발생
		Retransfer	8.3ms	122A 진동전류발생
4	R(30 Ω)+L (20 Ω)병렬	Transfer	0.2ms	-
		Retransfer	8.3ms	128A 진동전류발생

(4) 상차전압 25V(560 μ s)에서 절체시 과도특성

번호	부하	절체	중첩시간	특성
1	무부하	Transfer	ms	-
		Retransfer	ms	-
2	R(12 Ω)	Transfer	0.8ms	-
		Retransfer	8.3ms	162A 진동전류발생
3	R(30 Ω)+C (20 Ω)병렬	Transfer	0.5ms	-
		Retransfer	8.3ms	155A 진동전류발생
4	R(30 Ω)+L (20 Ω)병렬	Transfer	8.5ms	-
		Retransfer	8.3ms	165A 진동전류발생

3.2.2 하이브리드 절체방식 위상차별 과도특성시험

(1) 상차전압 7.5V(120 μ s)에서 절체시 과도특성

번호	부하	절체	중첩시간	특성
1	R(12 Ω)	Transfer	15ms	67A 진동전류발생
		Retransfer	16ms	112A 전류발생
2	R(30 Ω)+C (20 Ω)병렬	Transfer	12ms	35A 진동전류발생
		Retransfer	16ms	1.5A 전류발생
3	R(30 Ω)+L (20 Ω)병렬	Transfer	12ms	35A 진동전류발생
		Retransfer	15ms	98A 전류발생

(2) 상차전압 15V(280 μ s)에서 절체시 과도특성

번호	부하	절체	중첩시간	특성
1	무부하	Transfer	12ms	7A 진동전류발생
		Retransfer	16.3ms	152A 전류발생
2	R(12 Ω)	Transfer	13ms	50A 진동전류발생
		Retransfer	18ms	187A 전류발생
3	R(30 Ω)+C (20 Ω)병렬	Transfer	16ms	25A 진동전류발생
		Retransfer	18ms	192A 전류발생
4	R(30 Ω)+L (20 Ω)병렬	Transfer	12ms	67A 진동전류발생
		Retransfer	18ms	185A 전류발생

(3) 상차전압 20V(440 μ s)에서 절체시 과도특성

번호	부하	절체	중첩시간	특성
1	무부하	Transfer	13ms	20A 진동전류발생
		Retransfer	19ms	240A 전류발생
2	R(12 Ω)	Transfer	12.5ms	24A 진동전류발생
		Retransfer	19ms	215A 전류발생
3	R(30 Ω)+C (20 Ω)병렬	Transfer	13ms	22A 진동전류발생
		Retransfer	18.5ms	250A 전류발생
4	R(30 Ω)+L (20 Ω)병렬	Transfer	13ms	22A 진동전류발생
		Retransfer	19ms	255A 전류발생

(4) 상차전압 25V(560 μ s)에서 절체시 과도특성

번호	부하	절체	중첩시간	특성
1	무부하	Transfer	13ms	35A 진동전류발생
		Retransfer	19ms	320A 전류발생
2	R(12 Ω)	Transfer	13ms	30A 진동전류발생
		Retransfer	19ms	290A 전류발생
3	R(30 Ω)+C (20 Ω)병렬	Transfer	18ms	57A 진동전류발생
		Retransfer	22ms	332A 전류발생
4	R(30 Ω)+L (20 Ω)병렬	Transfer	13ms	50A 진동전류발생
		Retransfer	21ms	320A 전류발생

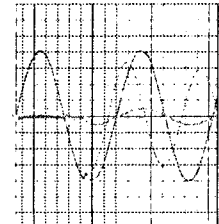
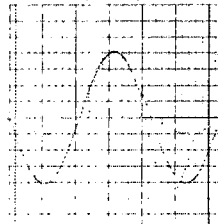
3.2.3 절체시 절체 파형

절체시 나타나는 파형은 다음과 같다.

1. 인버터 전압
2. By-pass 전압
3. 출력전압
4. 인버터 전류
5. By-pass 전류
6. 출력전류

(1) 위상차에 의한 절체파형 비교

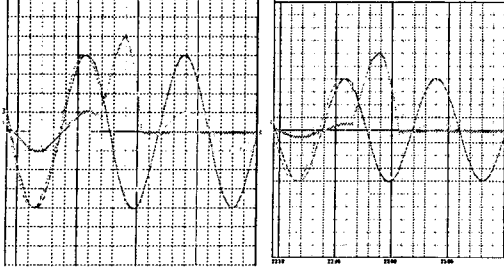
(가) 반도체 절체 스위치 방식(Transfer시)



[그림5] 상차전압 15V

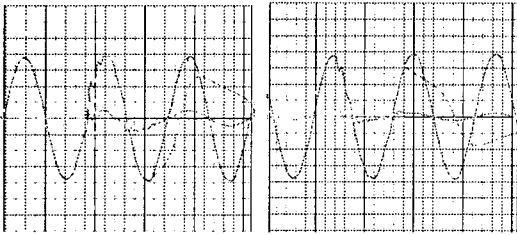
[그림6] 상차전압 25V

(나) 반도체 절체 스위치 방식(Retransfer시)



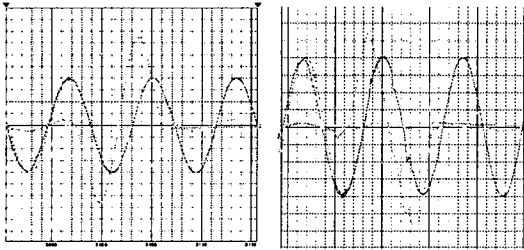
[그림7] 상차전압 15V [그림8] 상차전압 25V

(다) 하이브리드 절체 스위치 방식(Transfer시)



[그림9] 상차전압 15V [그림10] 상차전압 25V

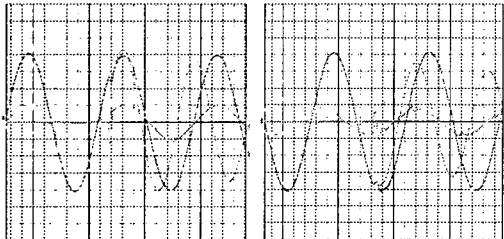
(라) 하이브리드 절체 스위치 방식(Retransfer시)



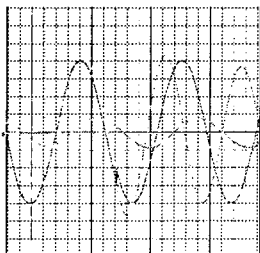
[그림11] 상차전압 15V [그림12] 상차전압 25V

(3) 부하별 절체파형 비교(상차전압 : 20V)

(가) 반도체 절체 스위치 방식(Transfer시)

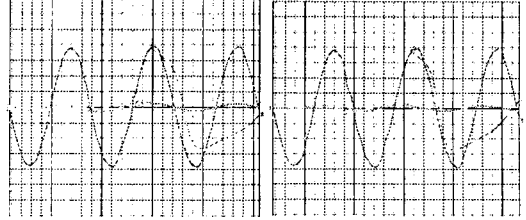


[그림13] 저항부하 [그림14] R+C 부하

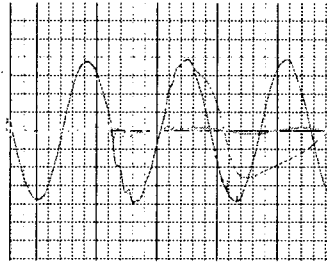


[그림15] R+L 부하

(나) 하이브리드 절체 스위치 방식(Transfer시)



[그림16] 저항부하 [그림17] R+C 부하



[그림18] R+L 부하

3.3 시험결과 분석

반도체 스위치절체방식과 하이브리드 스위치 절체스위치방식을 부하별 및 위상차별 특성 시험결과는 다음과 같다.

첫째, 위상차별시험에서 인버터와 By-pass전원간의 수수전류는 위상차가 클수록 커지고 중첩시간도 커지며 특히 반도체 스위치절체방식보다 하이브리드 스위치 절체스위치방식에서 그 현상이 크게 나타났다.

둘째, 부하별 시험에서는 그림에 나타난 것처럼 부하의 종류에 따라 인버터와 By-pass전원간의 수수전류는 크기 및 파형 형태가 다르고 이로 인해 유효전력 수수 비율이 달랐고 특히 캐패시터 부하에서 유효전력이 가장 크게 나타났다. 이 시험 또한 절체 스위치 방식에 따라 특성의 차이를 가져는데 특히 무 부하에서 반도체 스위치절체방식에서는 두 전원간에 전류의 수수가 없었으나 하이브리드 스위치 절체스위치방식에서는 큰전류의 수수가 있었다. 부하크기별에 따른 두 전원간의 전류수수는 거의 없었다.

4. 결 론

상기시험결과 위상차가 클수록 인버터와 By-pass전원간의 수수전류가 커지고 중첩시간도 길게 나타났는데 하이브리드 스위치 절체스위치방식에서 25V의 상차전압에 대해 정격전류의 5~6배의 전류가 흐르므로 이는 스위칭소자의 영향을 준다. 위상차가 크게 되는 경우는 초기 설정불량 및 설정저항의 특성 변화이며 특히 동기제어 카드 교체시 정확한 두 전원간의 위상차를 최소한후 절체 시험에 시행해야한다. Transfer시보다 Retransfer시 수수전류가 크게 나타났으며, 반도체 스위치절체방식이 하이브리드 스위치 절체스위치방식 보다 전류의 크기 및 중첩시간도 적으므로 UPS선정시 이를 유의해야한다.

[참 고 문 헌]

- [1] A사 UPS Manual 및 도면
- [2] B사 UPS Manual 및 도면
- [3] 車得根外 4名 “電力電子”, 普成閣 P724- 727.