

20KW 전력저장 전지시스템 설계

○ 고 요, 김 호 용, 남 기 영, 김 제 언, 조 기 언, 엄 영 장
 한국전기연구소 한국전력

20 KW Battery Storage System Design

○ Ko Yo, Kim H.Y., Nam K.Y., Kim J.E., Cho K.Y., Eom Y.C.

ABSTRACT

Battery Energy Storage System has been studied and adopted actively by foreign advanced utilities, in order to utilize off peak energy. The outline of 20KW Battery Storage System design of the project - the study on the development of Battery Electric Energy Storage System, carried out by KBRI KRPCO, is presented. The first target of this project is the conceptual design of MW-class Battery Storage System and 20KW Battery Storage System is its the small scale system.

1. 서 론

전력수요는 매년 증가하고 있으며 특히 업무용 및 가정용 전력의 수요가 앞으로 더욱 증대될 전망이다. 산업용의 경우도 산업의 고도화와 근무조건의 개선 등의 추세로 주간부하의 비율이 증가하게 되어 부하율은 점차 하락, 심야 부하 활용문제가 주요과제로 등장하게 되었다. 한편, 원자력발전소와 대용량 석탄화력발전소 등은 기저부하용 전원으로 하여 항상 일정출력을 유지하도록 하여야 한다. 이를 위해서는 적절한 전력저장장치를 이용, 부하평준화 (Load Levelling)를 도모하여야 하며 이러한 전력저장장치로 현재까지는 양수발전소가

실용화 되었으나 건설기간이 길고 입지조건이 제약되어 있어 전력수요지에 가깝게 건설할 수 있고 가격이 싼 전력저장장치의 개발이 필요하다.

전력저장전지시스템은 충전과 방전이 자유로운 2차전지를 이용하여 짐야에 저장한 전력을 주간에 발전하는 시스템으로서, 미국, 서독, 일본 등 선진각국에서도 전력 수요지근방에 단기간에 본산배치할 수 있는 장점이 있어 전력회사와 관련되어 활발히 연구되고 있으며 일부 실용화 된 곳도 있다.

우리나라도 여기에 효과적으로 대처하기 위한 기술개발이 필요하며 이에 대한 기술 개발은 태양력발전, 풍력발전 등의 본산형 전원 및 압축공기저장, Fly Wheel 에너지저장 등의 전력저장시스템의 전력계통연계 기술확립뿐만 아니라 본산형전원의 계통연계로 인한 부하평준화 효과 및 발전설비 과잉투자 방지효과 등의 여러 이점이 있다.

본 연구에서는 이러한 기술개발의 첫단계로서 20KW급 시스템의 개발 및 운전을 통하여 장래 실계통에 적용이 예상되는 KW급 실용화를 위한 최적시스템을 제시 하기 위한 20KW급 축약시스템의 설계내역을 소개하고자 한다.

2. 설비구성 및 사양

가. 설비구성 ... 20 KW BSS 는 그림 1. 과 같이 4개 부분으로 구성된다.

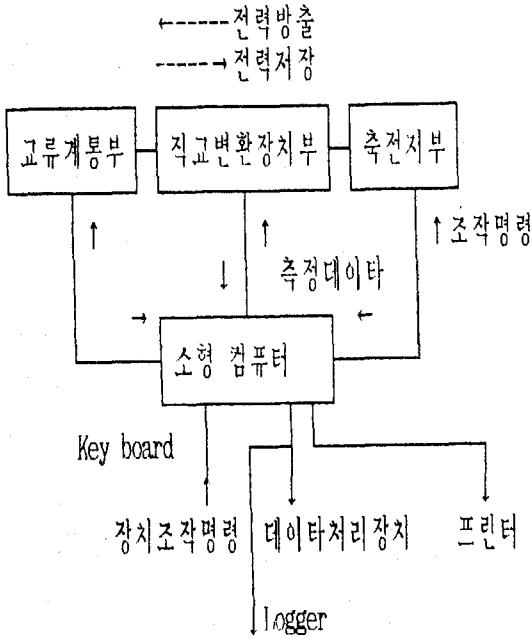


그림 1. 전력저장 전지시스템 구성도
Fig. 1. Battery Storage System block-diagram

나. 사양 ... 각 구성부분 중 직교변환장치부와

축전지부의 사양은 다음 표와 같다.

표 1. 20 KW 전력저장 전지시스템의 사양
Table 1. 20 KW Battery Storage System Specification

항 목 (ITEM)	SPECIFICATIONS
1. 전력변환장치의 일반특성	
1.1 제어 방식 가) 순연환시	12Pulse 제어 순브릿지 방식
나) 역연환시	12상 다중인버터 방식
1.2 효율	90% (입출력 정격에서 정격부하시)
2. 전력변환장치의 전기적특성	
2.1 인버터 · 정격전압 및 용량	380V, 20 KVA
· 전압변동범위	± 2 %
· 상 수	3 상 3 선식
· 주파수 변동범위	± 0.1 %
· 파형의 질	4.5% 이하 (입출력정격 및 정격 부하시 권고조파 HM)
· 부하 역률 변동범위	1.0 - 0 전상 저상 임의 가변
2.2 계통연계 특성	
· 동기 투입 시간	30 SEC (유지 상태에서 계통에 투입되는 시간)
· 부하 응답 특성	2 SEC (정격출력의 0-100% 까지 변동시간)
· 송방전 전환 시간	10 SEC (정격 충전에서 정격 방전)
3. 2차전지의 특성	
정격 전압	360 VDC (2 V/Cell)
최고 전압	504 VDC (2.8 V/Cell)
최저 전압	306 VDC (1.7 V/Cell)

3. AC-DC Power Conversion System

가. 동작개요 ... 시스템의 동작개요는 다음과

같고 표2. 에 요약하였다.

- (1) 정전력 저장
외부에서 지정한 전력량으로 축전지에서 정전력으로 저장한다.
- (2) 정전력 방출
외부에서 지정한 전력량으로 축전지로부터 계통에 정전력 방출한다.
- (3) 정전압 방출
외부에서 지정한 전압으로 축전지로부터 계통에 정전압으로 전력을 방출한다.
(주기참조)
- (4) 부하추종 운전
계통의 부하변동시 기준치 이상 소요되는 전력을 장치에서 부담하는 기능 및 전압, 주파수 추종기능을 갖는다.

표 2. 제어모드와 운전형태
Fig. 2. Control Mode Operation Type

제 어 모 드	운 전 형 태	
유효 전력 제어	고류 정출력 직류 정출력 직류 정전류	송방전 어느 경우나 지정치로 운전이 가능하여야 한다.
	직류 정전압	지정된 직류전압으로 송전
	균등 충전	균등전압으로 충전
무효 전력 제어 (OPTION)	무효 전력 고류 정전압	지정된 값으로 송방전

주기) 단 무효전력 제어 범위는 규정전압 운전가능 범위로 하며 그 이상의 무효전력은 출력측변압기 TAP 조정등을 통하여 사양을 만족한다.

- (5) 운전방법
장치의 운전은 표2. 의 기능을 실현하고 다음 3가지 형태로 될 수 있어야 한다.
(가) 외부에서 프로그램된 운전순서로 운전된다.
(나) 부하추종운전
(다) 장치전면의 패널조작에 의한 수동운전

나. 구성 및 기능

(1) 인버터부

본 장치는 반도체 소자, 보호회로, 방열판, PCB 등으로 구성되어 직류용 교류로 또는 교류를 직류로 변환시키는 기능을 가지며 12상 다중 인버터방식을 채택 하여 제작하고 그 출력은 출력변압기 1차에서 계통과 연계 동작시킨다.

인버터는 자력식 전압형으로 하고 단상브릿지 조합에 의하여 구성한다.

(2) 제어 회로부

본 부분은 논리회로를 구동하기 위한 보조전원부, 순변환제어부, 역변환제어부 및 각제어부의 외부입력부로 구성한다.

제어부의 외부 입력 신호는 다음과 같으며 이를 처리할 수 있어야 한다.

1. 직류 전압 설정치
2. 직류 전류 설정치
3. 직류 전력 설정치
4. 교류 전압 설정치
5. 유효 전력 설정치
6. 무효 전력 설정치
7. 장비 기동 / 정지부호
8. 직류 회로용 차단기 개폐신호
9. 교류 차단기 개폐신호
10. 균등충전

4. Lead Acid Battery

가. 기본설계방침 ... 연속전지는 방전심도가 커지면 방전하는 사이클 수명에 제한이 따른다. 또한 20%이하의 방전심도에서는 효율이 낮다. 이런 것들을 고려하여 설계한다.

- (1) 전지수명을 고려하여 방전심도가 65%이하가 되지 않도록 한다.
- (2) 과충전에 의한 온도상승, 수소가스발생, 손실발생등을 줄이기 위하여 정상온전시 충전전압은 2.35V/cell이상이 되지 않도록 한다.
- (3) 수회의 충방전후 2.55 - 2.6V/cell로 균등충전시킨다.

나. 전지특성과 시스템 구성

(1) 필요용량의 계산

$$\begin{aligned} \text{전지방전량(Ah)} &= \{ \text{변환장지출력(W)} \times \text{방전시간(h)} \} / \\ & \{ \text{평균전지전압(V)} \times \text{CELL수} \times \text{변환상} \\ & \text{치효율(\%)} / 100 \} \\ &= (20,000 \times 4h) / (1.9V / \text{CELL} \times 180 \text{CELL} \times 0.8) \\ &= 292.4Ah \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{전지용량(Ah)} &= \{ \text{전지방전량(Ah)} \} / \{ (\text{충전후의} \\ & \text{충전상태(\%)} / 100 - (1 - \text{방전} \\ & \text{심도}(\%) / 100) \} \\ &= 292.4Ah / (0.9 - (1 - 0.65)) \\ &= 531.6Ah \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4 \text{시간을 보정} &= \text{전지용량} / 4 \text{시간을 보정계수} = \\ &= 531.6Ah / 0.8 = 664.5Ah \end{aligned}$$

(2) 전지구성

시험용속전지는 고출방전용 고정속전지로 한다. 속전지용량은 10시간을 700Ah로 하고, 2V 단전지 180개를 직렬 연결한다.

5. 문제점과 대책

BSS 시스템의 문제점은 전지와 교직변환장치의 기술개발에 있으며, 이를 해결하기 위하여서는 다각적인 노력이 필요하며 표 3 은 이를 요약한 것이다.

표 3 BSS의 기술적 과제와 대책
Fig. 3 Counter-measures and technical problem of BSS

분야	기술적 과제	대 책
속 전 지	고신뢰성, 장수명화	전 b제도의 내식성향상 열화 방지 및 이상검출방법 개발
	저가격화	저가의 재료사용 표준화 및 양산기술 개발
	고효율화	내부저항 저감 자기용력의 저감
변환 장치	속소화	전류밀도 증가에 의한 고출력과 활물질의 이용률 향상
	고효율화	소자특성의 향상 주회로의 고성능화
	저가격화	표준화 및 양산기술의 개발 제어, 계측, 보호장치의 간소화

6. 결 본

전기에너지는 생성 즉시 사용되어야 하기 때문에 전력을 저장하는 방법은 많은 과학자들의 관심거리였다. 이는 Volta에 의한 전지개발과 Plante에 의한 연속전지개발에 의하여 어느 정도 가능성을 시사한 이래

독일에서 세계대전 당시 사용하였던 전력저장장치시스템에 의하여 현실화 되었다. 이때까지만 해도 전력의 저장은 비상용 전원으로서의 의미였을 뿐 전력 회사의 원활한 전력공급이나 수 용가의 안정된 전력사용을 위한 것은 아니었다. 1970년대에 이르러서 이러한 목적으로 전지시스템이 사용되기 시작하였으며 1980년대에 이르러서는 이를 본격화하기 위하여 시스템의 개발과 함께 개량형 또는 신형전지의 개발이 이루어 지고 있으며 1990년대에는 일부 경제성있는 분야에 서 본격적으로 도입될 전망이다. 향후 1995년 이후 가정 및 경자동차분야 까지 도입될 전망이며 또한 기간전력계통에 까지 도입될 전망 이다. 이러한 시점에서 한국 전력의 20KW 축약시스템 구축 및 MW급 최적시스템 연구는 시의 적절한 것이며 시스템 적용 방안 연구와 함께 전지 및 변환장치 업계의 기술개발이 절실히 요구된다.

< 참고 문헌 >

1. BEWAG/EPRI/NEDO, "전지구제회의", 1987.
2. 전기학회, 반도체 전력변환회로, 1987. 3.
3. 전기연구소/동력자원연구소, 전지전력저장 시스템 구축 및 시뮬레이터 개발, 1989. 6.
4. 전자정보 통신학회, 사용자불 위한 전지 독본, 1988. 6.
5. 관서전력, 타즈미 전력저장 시험소, 1988.
6. ohm사, 전력전자 입문, 1984.
7. BEWAG, LFC SYSTEM, 1987.
8. EPRI, BEST STUDY SERIES, 1979-1988.
9. CRIEPI, 전지전력 저장시스템 관련 연구 series, 1980-1988.