LSMV 고압인버터 개발 및 현장 적용

김효진, 나승호, 김경서
LS산전 자동화 제품 연구소, 전력전자연구단

LSMV Multi-level Inverter development and Application

Hyo-Jin, Kim, Seung-Ho,Na, Kyeon-Seo, Kim,
LS Industrial System, Automation Product R&D Center, Power Electronics LAB

ABSTRACT

에너지 고갈에 따른 대체 에너지 확립이 화두가 되고 있으며 대체 에너지에 대한 급속한 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구가 중요함은 물론 현재, 사용하고 있는 에너지를 얼마나 효율적으로 쓸 것인가에 대해서 고민하고 있다. 기존 산업 시설에서는 에너지를 절감하기 위한 방법으로 저압의 산업 시설에서는 인버터를 적용하여 적게는 10%에서 70%까지에 에너지를 절감효과를 보고 있다. 하지만 고압의 대용량 설비 시설에서는 인버터가 적용된 비율이 채 10%가 넘지 않는다. 이러한 대용량 설비 기계 사용처에서 최근 에너지를 절감하기 방안으로 고압인버터를 적용하기 시작하여, 고압 인버터의 수요가 급속히 늘어나는 추세이다. 이러한 시장 동향을 파악하여 LSIS의 저압 인버터의 기술을 바탕으로한 LSMV 고압인버터를 출시하게 되었다. 본 기술서에는 LSMV 시리즈의 특징과 산업 현장에 적용된 사례에 대해서 기술하고자 한다.

1. 서론

국내 및 해외에서 적용, 상용화에 성공한 LSMV 시리즈는 기존 LS산전의 저압인버터의 기술력을 기반으로한 Cascade H-Bridege Type의 인버터이다. LSMV 시리즈는 3300[V]-10000[V]의 입력 전압으로 국내 및 해외 각지의 전압 사양에 맞추어 사용가능하며 용량으로는 400[KVA]-5000[KVA]까지 개발 되었으며, 올해 말 7500[KVA]까지 용량 확대를 준비하고 있으며, 기존 개발되어 있는 인버터를 병렬로 연결하는 방법으로 용량증대 방법과, 소음 저감 및 냉각 극대화를 위하여 수냉식 인버터를 준비하고 있다. 기존 인버터들은 시스템 공진 주파수에서 전류 헌팅으로 인한 연속 운전이 불가능 하였으나 LSIS의 기술로 극복하여 전동기 운전 전영역에서 운전이 가능하며, 순시 정전에 대비한 기능, 일정 전압 출력 기능등의 산업 설비를 운전함에 있어서 꼭 필요한 기능을 탑재하고 있으며, 2006년도 한국전기연구원[KERI]에서 부하 환경등의 공인 시험을 하였으며, 2010 한국전기연구원[KERI]에서 입력전원 및 제어부 조작 인증 시험을 하였다. [1]

2. LSMV 구성 및 특징

2.1 LSMV 구성 및 개요

LSMV의 구성은 다음과 같은 입력 다권선 변압기 부분, 각각의 단상 인버터인 셀 판넬 부분, 제어부분으로 구성되어져 있으며 유저의 요구에 따라 변압기의 판넬 구성 및 판넬 설계를 변경할 수 있게 되어 있다.

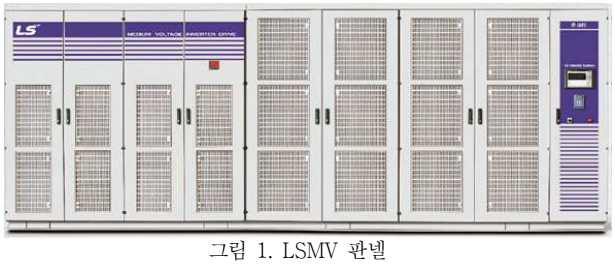

그림 1. LSMV 판넬
Fig. 1 LSMV Pannel

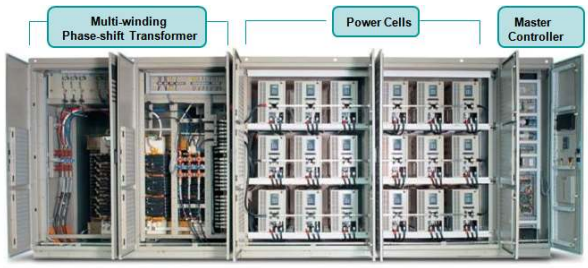

그림 2. LSMV 구성
Fig. 2 LSMV Configurationl

그림 1은 LSMV의 전체 시스템을 보여 주고 있으며, 그림 2는 그 구성도를 나타내고 있다. 기존의 동급 고압인버터들과 동일 혹은 그 이상의 성능을 갖고있다. LSMV는 국내 시장은 물론 해외 시장의 수요가 많아 2009년 국내 10 대,해외 4 대의 실적이 있으며 2010년 국내 매출 70대 수주 예상이며, 2010년 4월 현재 중국 현지 업체와 판매 협약을 체결하여 연간 200대 수출을 할 예정이다.

2.2 LSMV의 특징

LSMV는 저압의 단상인버터를 직렬연결 하여 고압을 내는 멀티레벨 인버터 방식을 사용하고 있다. 입력 측에 위상 변조를 한 다권선 변압기를 사용하여 입력측 전류 THD를 IEEE-519에 만족하며, 전동기 입장에서는 dv/dt가 작어 베어링 손상이 없으며 출력단 필터를 사용하지 않아도 된다는점, 각각이 셀 유닛으로 되어 있어서 유지보수하기 쉽다는 멀티레

벨 방법의 장점 이외에서 LSMV 만의 장점은 다음과 같다.

2.2.1 사용자 편의에 맞춘 시스템

MV System View 라는 프로그램(윈도우 프로그램)을 제공함으로서 유저가 일하는 곳에서 인버터의 상태(를 텍스트 혹은 그래프로 확인이 가능하며 운전 Operating 까지 모두 가능하다. 또한 고장 상황에서도 저장된 데이터를 이용하여 고장 원인 분석 및 확인이 가능하다.

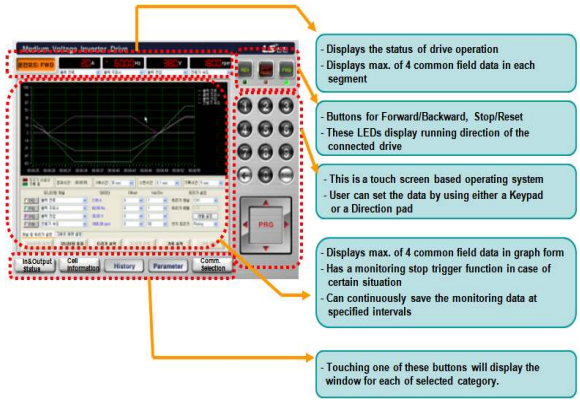

그림 3. MV System View
Fig. 3 LSMV MV System Viewl

2.2.2 시스템 공진 영역 연속 운전

기존의 인버터는 입력 전원과 전동기, 부하와 연결 되면서 시스템이 연속 운전할 수 없는 공진점이 존재하게 된다. 이러한 공진점은 대게 30Hz 미만의 운전 영역에서 존재한다. 이러한 공진점에서 연속 운전을 하게 되면 모터와 부하간의 축이 부러지거나, 출력 전류의 헌팅 및 기계적 진동이 발생하게 되어 연속 운전이 불가능 하였다. 그러나 기 개발된 LSMV의 기술로 이러한 공진 영역에서도 연속 운전 할 수 있는 기술이 확보되어 있다.

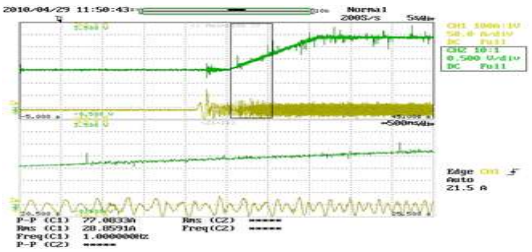

그림 4-1. 공진점 부근에서의 운전(LS기술 미포함)
Fig. 4-1 Runing of resonant point without LSMV algorithm

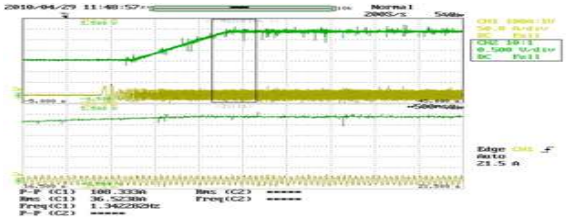

그림 4-2. 공진점 부근에서의 운전(LS기술 포함)
Fig. 4-2 Runing of resonant point witht LSMV algorithm

그림 4-1과 4-2에서는 LVMV의 기술이 포함된 것과 포함되지 않았을 경우에 공진 영역에서 운전시 전류 파형을 확인할 수 있다.

2.2.3 순시정전시 연속 운전

전력 소비가 많고 여름철 장마철에 순간적으로 정전이 되는 경우들이 발생한다. 주로 인버터를 적용한 설비는 주요 부하 설비들이 많은데 정전이 되어 인버터 운전이 불가하게 되면 설비 부하 측의 제조상의 문제로 곧 손실을 발생하게 된다 이러한 문제를 해결하기 위하여 에너지 회생 방식이 아닌 LSMV만

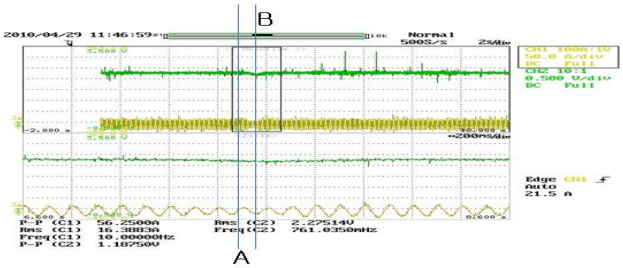

그림 5. 순시정전시 전류 파형
fig 5. Current waveform

의 자체 순시 정전 극복 방식으로 순시 정전 상황에서도 연속 운전이 가능하도록 극복하였다.

A는 순시 정전이 발생한 구간이며 B는 다시 복전 된 구간으로 순시 정전 동안 연속 운전이 가능한 것을 확인할 수 있다.

3. LSMV 적용 사례

LSMV 고압인버터는 국내, 해외 여러 산업 현장에 설치되어 운전되고 있으며, 산업 현장에서 만족할 만한 결과물(에너지 절감량)을 얻어 내고 있다. 국내에서는 소각장, 시험 설비, 제련소에 적용되어 사용되고 있으며 해외에서는 철강 제련소, 시멘트 회사, 발전소등에 적용되어 운전되고 있다. 본 보고서에서는 국내에서는 강남 자원 회수 센터와 해외 캄보디아의 시멘트 회사, 중국 린이의 철강회사에서의 설치 사례를 기술하기로 한다.

3.1 강남 자원 회수 시설 센터

강남 자원 회수 시설 센터에는 6600[V],1[MVA] 인버터가 3대 적용되어 있으며 팬부하에 적용되어 있다. 2009년 4월에 설치되어 운전 되고 있으며, 강남 소각장에는 제어기 이중화가 옵션으로 설치되어 있다. 유인 송풍기에 적용되어 있는데 노내 압력에 따른 연동 운전으로 전력 절감 및 기구부의 수명 저하를 방지하고 설비환경을 개선 하였다.

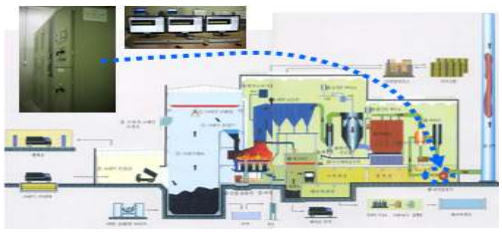

그림 6. 강남 자원 회수 시설 센터 설비
Fig 6. Kang-Nam resource recycle Center

에너지 절감 효과로는 표 1과 같다

표 1 강남 자원 회수센터 에너지 절감량
Table 1 Energu saving rate of KangNam resource recycle center

사업기간		2009년 4월 ~ 8월
에너지 절감 효과	투자비	7.9억원
	절감액	335백만원/년, 849 Ton/년
투자회수 기간		2.38년

3.2 중국 린이 철강회사

중국 산동성에 위치한 린이 철강그룹의 삼덕 특수 회사에 6000[V], 4000[KVA],5000[KVA] 고압인버터가 2대 2월달부터 설치되어 운전되고 있으며, 부하로는 강철 제조 공정중 코크스나 무연탄으로 혼합된 철광석을 용광로에서 연소시키기에 적당한 덩어리로 바꾸는 '소결공정'에 사용되고 있으며 4000[kVA]는 냉각용 팬으로 5000[kVA]는 ID Fan으로 사용되어 지고 있다.

그림 7. 중국 린이 철강 회사 적용
Fig 7. Rinee steel company in China

3.3 캄보디아 캄포트(KAMPOT) 시멘트 회사

태국 SCG 시멘트 회사의 자회사인 캄보디아 캄포트 시멘트 회사에 6600[V], 800[KVA] 인버터가 2009년 12월에 적용하여 현재까지 운전되고 있으며 부하로는 시멘트 회사의 시멘트 제조 공정중에 갈려진 원자재를 FAN으로 다른 공정으로 보내주는 FAN에 적용되어 사용되고 있다. 캄보디아의 전력사정이 좋지 않아 350/kW원(한화) 가격으로 현재 국내의 75원/kW 가격보다 5배 비싸며 동일한 부하를 기준으로 인버터를 쓸때와 안쓸 때의 입력 전력량이 5배 정도의 차이를 보여 장기적 에너지 절감량에 대한 기대가 크다.

그림 8. 캄보디아 캄포드 시멘트 회사
Fig 8. Kampot cement company in Cambodia

3. 결론

본 기술서에는 LSMV 고압인버터의 개발 배경과 구성 또 타사와 비교되는 특징에 대해서 기술하였다. 당사의 고압인버터는 초기 시장 진입이 타사보다 뒤늦었지만 기존의 LS산전의 탄탄한 저압 인버터의 Know-How와 기술력으로 Cascade H-bridege 방식의 멀티레벨 인버터 토폴로지를 선택함으로서 안정적이고 고성능의 인버터를 개발할 수 있었다. 자사의 고압인버터는 저압인버터와 Family 인버터로서 저압인버터를 사용해본 유저라면 누구라도 손쉽게 접근할 수 있다. 유지보수 편리성, 안정성, 기능면에서 선진사 들과 동급 이상의 성능을 내고 있다. 국내외에서 적용 레퍼런스를 기반으로 2010에는 좀 더 많은 매출을 할 수 있을 것이라고 기대하고 있으며, 앞으로 용량 확대 및 성능 향상을 위해 기술 개발에 힘쓰고 있다.