

회생전력 변환장치의 개발

Development of Regenerative Converter Unit

Hee-hun Hwang*, Ji-su Ryu, Sang-ho Lee

Seoho Electric Co., Ltd.

900-3, Hogue 2-dong, Dongan-gu Anyang-city, Kyunggi-do, 431-836, KOREA

Abstract

Generally, it is important to use the regenerative energy efficiently for decrease of inverter's consuming energy. From various industry sector (railroad, steel, crane etc), re-uses the regenerative energy which uses the regenerative converter unit, and gets a many profit from whole consuming energy.

In this paper, we introduce development of the regenerative converter unit that supply the regenerative energy to power source and main drive inverter, and introduce the instance which is applied in the elevator.

1. 서론

전동기의 제동, 감속, 반(反)방향 구동에서 발생하는 회생전력은 인버터로 유입되어 커패시터 전압을 상승시키며, 상승된 커패시터 전압은 인버터의 고장을 발생시킨다. 이러한 회생전력을 소모하기 위하여 일반적으로 제동저항을 이용하는 방식을 사용하였다.

그러나 제동저항을 이용하는 방식은 회생전력을 열에너지로 소모함으로써 비효율적으로 에너지를 사용하며, 온도가 중요시되는 환경에서는 발열에 의한 문제를 발생시킨다. 따라서 이러한 회생전력을 불필요하게 소모하지 않고, 전력이 필요한 수요처에서 재활용할 수 있도록 하면 소비전력 저감 이외에도 여러 장점을 얻을 수 있다.

인버터의 커패시터에 충전된 회생전력은 직류전력으로 발생되며 산업용 3상 전원으로 공급하기 위해서는 직류전력을 교류전력으로 바꾸어 주는 인버터가 필요하게 된다.

승강기에서 적용되고 있는 회생전력 변환장치는 승강기에서 발생하는 회생전력을 전원과 승강기 구동 인버터로 공급한다. 또한 회생전력 변환장치는 전력 회생 이외에도 승강기의 구동 안정화를 위해 출력의 품질이 중요하게 인식되고 있다.

2. 본론

2.1 회생전력 변환장치의 의의

회생전력 변환장치를 이용하여 회생전력을 재활용할 경우 열에너지로 대기 중에 방출하지 않고 다시 활용함으로써 에너지의 낭비를 막을 수 있다. 에너지의 재활용 이외에도 회생전력 변환장치를 이용하여 회생전력을 효율적으로 활용할 경우 다음과 같은 이점이

있다. 승강기에 설치된 회생전력 변환장치에 대해 살펴보면 회생차단율이 줄어 제동력의 확보가 용이해지며 승강기의 주행에 필요한 전력량을 최소화 함으로서 공급전원의 소용량화가 가능해지는 것을 말할 수 있다. 또한 제동저항의 발열로 인한 기계설의 온도상승을 피할 수 있으므로 추가적인 전력소모가 없다.

2.2 회생전력 변환장치의 구조 및 제어

그림 1은 회생전력 변환장치의 구조를 나타내고 있다. 전력회생시 회생전력 변환장치는 구동 인버터의 직류전압을 감지하여 일정수준 이상 상승하게 될 경우 3상 스위칭 소자를 이용하여 PWM을 수행한다. 이로 인해 발생된 3상 출력전력은 전원단으로 연결되어 계통과 구동 인버터로 전력을 공급하게 된다.

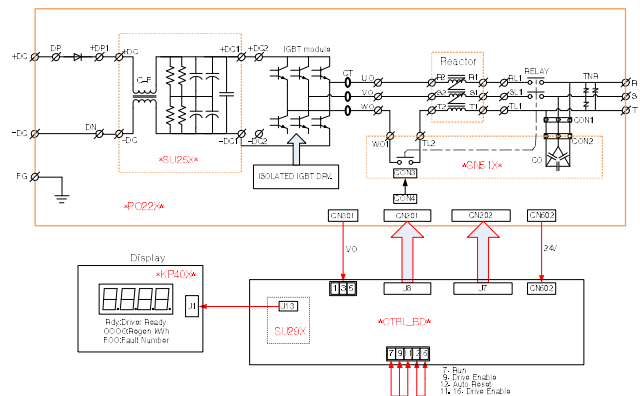


그림.1 회생전력 변환장치의 구조

회생전력 변환장치에서 출력된 3상 전압과 전류는 역률 제어를 수행하여 높은 출력 효율을 가지도록 출력된다. 그리고 3상 PWM 제어를 통하여 정현파의 출력이 생성됨으로써 구동 인버터 입력단의 다이오드 정류기에 의한 전원전류의 왜곡현상을 개선하는 효과를 얻을 수 있다.

2.3 국내 승강기 현황 및 추이 분석

현재 국내에는 2010년까지 424,201대의 승강기가 운행되고 있으며 매년 꾸준한 증가 추세를 보이고 있다. 그리고 전력소모가 적고 종전보다 회생량이 증가한 Gearless 기종인 MRL 모델의 수요가 점차 증가하는 추세이다. 최근 들어 고층 건물이 많아짐에 따라 고층 승강기(25층 이상)가 급격히 증가하고 있다. 고층 승강기의 운행 방식이 대부분 전층운행 보다 격층운행인 점을 감안하면 회생전력의 발생량은 더욱 많아질 것이다.

2.4 실제 설치 사례 및 개선점 소개

소개한 회생전력 변환장치의 성능을 검증하기 위해 승강기에 회생전력 변환장치를 설치하고 그 성능을 분석하였다.

서울시청 1동과 2동에 총 7대를 설치하였고 2010년 8월 8일부터 발전을 개시하였으며, 냉방전력 사용량 비교를 시험과 정방향 전류만 검출되는 유도형의 수전 전력량계로 교체 후 8월 25일부터 정상발전을 시작하였다. 운행방식에 따른 비교를 위하여 진층운행(1동 동편, 2동)과 격층운행(1동 서편)을 나누어 측정하였다.^[2]

구분	계	1동 동편 엘리베이터	1동 서편 엘리베이터	2동 엘리베이터	
엘리베이터 수량	7	2	3	2	
권상기 용량	7대	18kW×2	15kW×3	13kW×2	
자가발전기 용량	7대	22kW×2	15kW×3	12kW×2	
전력량계 검침결과 (8.25~2.28)	수전	29,748	12,418	11,791	5,539
	발전	9,778	3,945	4,561	1,272
	발전율	32.87%	31.77%	38.68%	22.96%
최대전류(A)	18.5	18.5	15	15	
저항기 온도측정(°C)	17~21	17	19	21	
기계실 실내온도(°C)	17~20	20	19	17	

표 1 승강기에 설치된 회생전력 변환장치의 발전 현황이다

표 1은 서울시청 승강기에 설치된 회생전력 변환장치의 발전 현황이다. 승강기 구동 시스템의 전체 소비전력은 29,748kWh이고 회생발전 전력은 9,778kWh(32.87%)이다. (2011년 2월 28일 기준) 승강기를 비교하였을 때 진층운행(1동 동편, 2동)보다 이동거리가 긴 격층운행(1동 서편)의 방식이 회생량이 많은 것을 확인할 수 있다.

또한 저항기로 소모되는 전력이 없기 때문에 발열로 인한 기계실의 온도 상승 문제도 개선되었음을 확인할 수 있다.

HARMONICS TABLE				고조파 테이블			
Amp	L1	L2	L3	Amp	L1	L2	L3
THD%	29.9	30.2	23.7	19.0	15.4	19.3	
H3%	10.3	4.7	8.6	2.0	1.3	2.6	
H5%	23.8	24.9	17.3	15.9	12.7	16.1	
H7%	2.2	5.0	4.7	8.0	6.6	8.2	
H9%	4.7	1.9	3.2	0.5	0.4	0.8	
H11%	2.7	2.9	4.3	2.2	2.2	2.5	
H13%	7.6	6.4	6.4	2.2	2.0	1.9	
H15%	2.3	2.3	0.7	0.3	0.3	0.2	

그림 2 승강기에 설치된 구동 시스템 전원의 전류 고조파 왜율 (출력 정격: 15kW) (좌: 설치 전, 우: 설치 후)

HARMONICS TABLE				고조파 테이블			
Amp	L1	L2	L3	Amp	L1	L2	L3
THD%	31.2	26.8	25.2	19.2	16.5	20.3	
H3%	12.7	12.7	3.5	3.8	2.9	5.0	
H5%	7.5	9.9	8.6	9.9	6.9	9.3	
H7%	4.0	1.1	3.2	12.1	10.8	12.0	
H9%	0.9	3.9	2.3	0.7	0.7	0.8	
H11%	2.7	1.6	2.0	2.9	3.2	4.1	
H13%	3.4	3.6	2.8	4.1	4.3	4.0	
H15%	1.4	1.8	1.2	0.7	0.5	0.6	

그림 3 승강기에 설치된 구동 시스템 전원의 전류 고조파 왜율 (출력 정격: 18kW) (좌: 설치 전, 우: 설치 후)

그림 2와 3은 승강기에 설치된 전체 인버터 시스템에서 나타나는 고조파를 측정하는 것이다. 인버터 입력단

다이오드 정류기에 의해 발생하는 고조파를 회생전력 변환장치가 감소시키는 것을 알 수 있다.

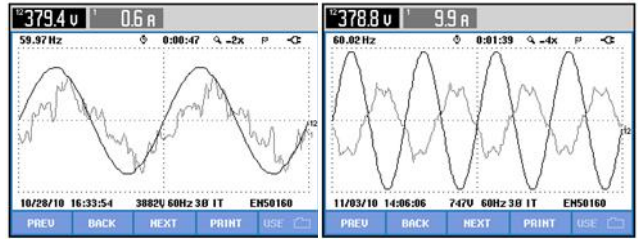


그림 4 승강기에 설치된 구동 시스템 전원의 단상 전압 및 전류 파형 (출력 정격: 15kW) (좌: 설치 전, 우: 설치 후)

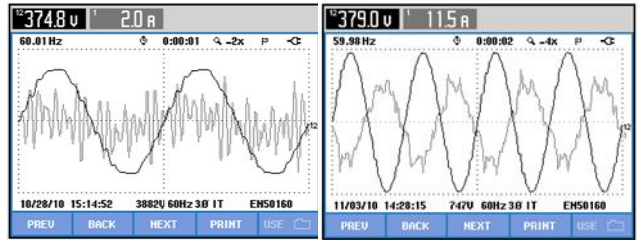


그림 5 승강기에 설치된 구동 시스템 전원의 단상 전압 및 전류 파형 (출력 정격: 18kW) (좌: 설치 전, 우: 설치 후)

그림 4와 5에서 알 수 있듯이 회생전력 변환장치를 설치함으로써 전류에 포함된 고조파가 줄어들어 정현파의 형태를 가지는 파형을 발생하고 있다.

3. 결론

본 논문에서는 전동기의 구동 시 발생하는 회생전력에 대하여 설명하고 필요성에 대해 언급하였다. 회생전력을 소모하는 방식에서 기존의 방식인 제동저항을 이용하여 회생전력을 소모하는 방식에 대해 분석하고 단점을 보완하기 위하여 회생전력 변환장치를 이용하여 회생전력을 전원계통과 구동 인버터로 제공함으로써 효율적인 에너지의 사용과 발열의 문제점을 해결하는 방안을 제시하였다.

회생전력 변환장치의 개선점을 검증하기 위하여 서울시청의 승강기에 설치하여 실제로 적용된 발전현황과 기계실의 발열에 대해 분석하였다. 또한 회생전력 변환장치의 부가적인 효과로써 전원전류의 고조파 왜율을 감소시키는 효과를 소개하고 실제 적용 사례를 통하여 고조파 왜율이 감소되었음을 확인하였다.

고유가, 자원 고갈로 인해 현대 산업에서 에너지 사용에 대한 관심은 날로 증대되고 있다. 본 논문에서 소개한 회생전력 저장장치는 불필요하게 소비되는 회생전력을 효율적으로 재활용함으로써 소비전력 절감과 전원의 소용량화를 달성할 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] 조수억, "엘리베이터의 회생 전력을 이용한 고효율 태양광 연계형 인버터 개발", 한국조명·전기설비학회 추계학술대회 pp. 31-37, 2007.11
- [2] 서울시청 자가발전 기술자료, 2010. 09