

전기차의 회생제동에 대하여

Regenerative Braking of the Electric Car

정 사 한 가
영 영 영 승
대 영 영 승
학 수 회
교 수 회
과 우

명 지 대 학 교

1. 서 론

전기차의 효율적어 방식은 회생제동이 용이하다는 것이 큰 장점이다. 주 구동중의 전동기를 발전기로 동주시켜, 관성력에 의해 발생되는 에너지를 전기에너지로 바꾸어 전원추에 회생 시킬수로서 계동면을 업음과 동시에 회생된 에너지를 흡수 추적하여 다시 사용하므로서 에너지 절약에 크게 공헌하고 있는 것이다.

그러기 위해서는 전자차의 어떤속도 영역에서도 회생제동이 가능해야 하는 것이 필요하다.(1)

고속시의 발전기의 발생전력은 대략 정격의 $\{(계동시의 속도)/(정격속도)=a\}$ 배가 되는데, 최고속시는 이 속도비 a 가 2를 넘는 일이 있다고 한다.(1) 그런데 현재 잘 사용되고 있는 계승호퍼는 정격속도 이하에서는 정지 전전의 저속도까지 회생제동이 유효하게 작용하는 방식이지만 정격속도 이상의 영역에서는 사용 할 수 없다.

한편 정격속도 이하는 물론 정격속도의 십수배의 속도 범위까지 회생제동이 가능한 방식으로 극성반전형 호퍼가 있다. 펄자들은 계강 호퍼와 극성반전형 호퍼의 종합 주회로(2)에 대해 발표한 바 있으나, 정격속도 이하 주 $a \leq 1$ 의 영역에서는 계승 호퍼가 극성반전형 호퍼보다 저속도까지 회생율도 회생이 가능하므로, 금회에는 3개의 호퍼회로의 종합회로에 대하여 고찰하고자 한다. 주 구동시는 계강호퍼를 사용하고, 회생제동의 경우, $a \leq 1$ 의 영역에서는 계승호퍼를, 그리고 $a \geq 1$ 의 영역에서는 극성 반전형호퍼를 이용하는 방식에 대하여 검토한다.

2. 본 론

계강호퍼, 계승호퍼 및 극성반전형 호퍼의 세 호퍼회로의 종합회로를 그림 1(a)에 표시한다. 다이리스터의 위방향으로 다이오드가 들어가는 곳은 역도통 다이리스터를 사용 함으로써 소자수의 증가를 억제했다. 이 호퍼회로에, 그림 1(b)와 같은 트릭거 펄스를 가하면, 구동용의 계강호퍼의 동작을 하며, 그림 1(c)와 같은 트릭거 펄스를 가하면, $a \geq 1$ 의 속도 영역에서 사용하는 극성 반전형 호퍼의 동작을 하고, 그림 1(d)와 같은 펄스를 가하면 $a \leq 1$ 의 영역에서 사용하는 계승 호퍼의 동작을 한다.

(1) 기본식 : 그림 1(a)의 종합호퍼 회로에서, 전기자 회로의 저항분을 무시하여, 전원전압과 전동기 전압과의 관계식을 구하면, 계강호퍼에 대해서는

$$E_m = E_s \cdot \alpha \quad \text{--- (1)}$$

여기에서 α 는 시비율로서 T_{on} / T 이다. 계승호퍼에 대해서는

$$E_m = E_s \cdot (1 - \alpha) \quad \text{--- (2)}$$

이고, 극성반전형 호퍼에 있어서는

$$E_m = E_s \cdot \frac{(1 - \alpha)}{\alpha} \quad \text{--- (3)}$$

이 된다.

(2) 회생율 : 전동기를 발전기로 동주시키므로서 얻어지는 계동 전력은 (발전기전압(E_m) x 전기자에 흐르는 전류 평균치(I_m))으로 정의되며, 전원추에 회생되는 회생전력은 (전원전압

(E_s) x 전원에 흐르는 전류 평균치(I_a) 으로 정의되고, 회생율 η 는

$$\eta = \frac{\text{회생 전력}}{\text{제동 전력}} \quad \text{----- (4)}$$

로 정의 된다. (3)

(3) 실험 법 : 회생 제동시 속도비 a 가, $a \leq 1$ 의 범위에서는 제송초퍼를, $a \geq 1$ 의 범위에서는 구성 반전형 초퍼를 이용하는 방식으로서 $a \approx 1$ 에서의 양 방식에 대한 회생율의 실험치를 비교하면 그림 2와 같이 된다. 즉 제송 초퍼 방식이 수송 정도 회생율이 높다.

3. 결 론

본 종합 초퍼 회로는 주회로의 접수를 바꾸지 않고, 게이트 신호만에 의해 구동 \leftrightarrow 회생의 동작은 물론, 회생 제동시에는 게이트 신호에 의해 두 가지 방식으로 동작 할 수 있다.

그런나 회생 제동시, 구성 반전형 초퍼도 부파 제송 초퍼로 또는 그 반대로 할때, 일정한 제동력을 얻기 위해서는 양 방식에서 제동력이 같을 때 걸림을 할 필요가 있는데, 이 문제에 대해서는 앞으로 연구 검토할 과제이다.

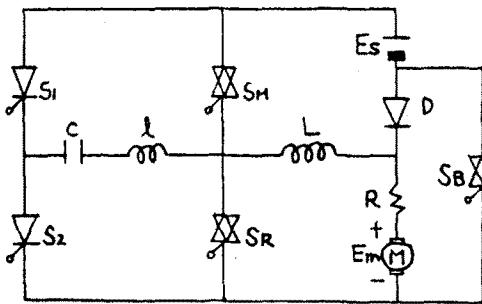


그림 1. (a)

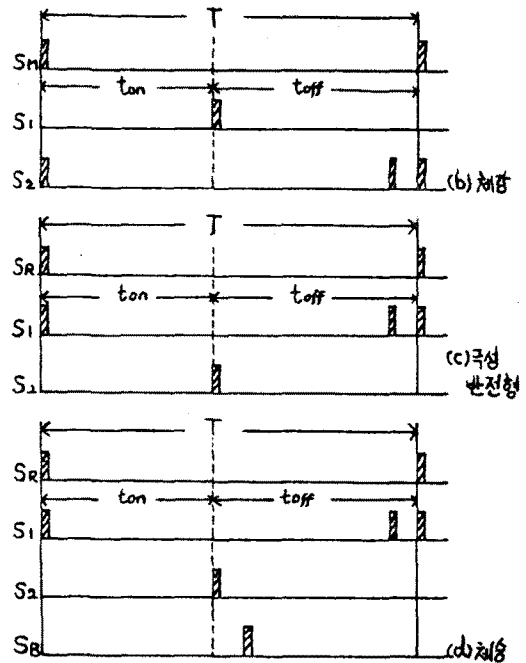


그림 1. 종합회로 및 게이트 신호

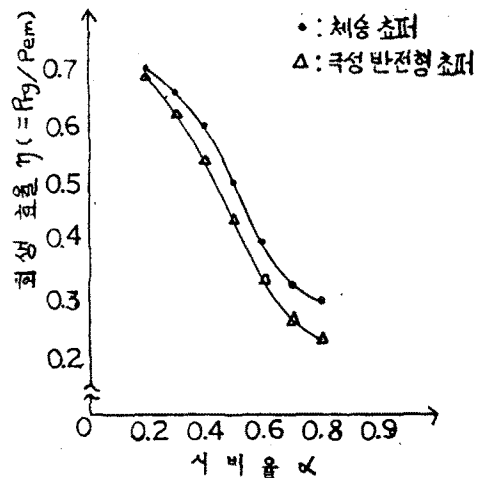


그림 2. 회생 효율 차 속도비

4. 참고 문헌

- (1) 초오프 제어 방식 전문위원회, 초오프 제어 핸드북, (일본) 전기학회, 1980, P.36
- (2) 정연택, 한경희, 이종철, 강승욱. "제강 초퍼 (구동시) 구성 반전형 초퍼 (회생시) 의 종합 주회로" 하계 학술 강연회 논문초록집. 1983. P. 28
- (3) 木村 肇司, 塩谷 巳律雄, "直流電動機の 초오프 제어による 회생 제동에 대해서" 日本電気学会 論文誌(B), Vol. 97. No.7 (1977)