

전력 회생이 가능한 쇼퍼 방식

Chopper System with a Function of Power Recovery

정연택, 서영수, 한경희, 권영현, 이승환.

( 명 지 대 학 교 )

1. 서 론

직류송전 및 축전기에 의한 일정 직류전압을 전원으로 하는 전기차는 전력전자(Power Electronics)의 발달에 의해 쇼퍼 제어 방식이 널리 실용화 되어 있다. 쇼퍼 제어 방식은 본질적으로 손실이 없고, 회생제동 이용이 하므로 전력절감을 도모할 수 있으며, 무접점, 신뢰성의 향상, 고속 응답성, 연속적인 제어성 등 종래의 저항제어 방식에서는 볼 수 없었던 큰 이점을 많이 갖고 있다.(1)(2)

특히 최근에는 반도체 제조 기술의 진보에 의해 고속, 대용량의 G.T.O 및 역도통 다이오드의 출현으로 고주파화가 가능하여 명활용 턴오프의 용량을 경감 또는 생략할 수 있는 영역까지 도달 하고 있다.(3)

한편 사용 전동기로서 종래에는 직류 직권 전동기가 주로 사용 되었으나, 본권 특성의

타여자 전동기는 타여자 전류를 제어 하므로서 직권기가 갖는 장점을 발휘 할 수 있으며, 이외에도 직권기와 비교하여, 점착성이 크고, 고효율이며, 회생 제동시의 회생영역의 확대 및 전기자 전류의 입상 문제가 없어, 보다 안정적인 회생 제어가 가능하다. 즉 전기차를 경제적으로 안정하게 운전하기 위해서는 직권기 보다 타여자가 유리하다.(4)

또한 구동에서 회생제동으로 전환할 때 타여자기에서는 전기자 전류의 방향이 역전해도 여자전류의 방향은 변하지 아니하므로 구동에서 회생제동으로의 전환을 무접점화 할 수 있다.

이상과 같은 관점에서, 타여자기를 대상으로 소자수의 경감 및 고주파화가 가능한 역도통 다이오드를 사용하여, 구동 및 회생 제동이 가능한 쇼퍼회로를 제시하여 기본 동작을 검토한다.

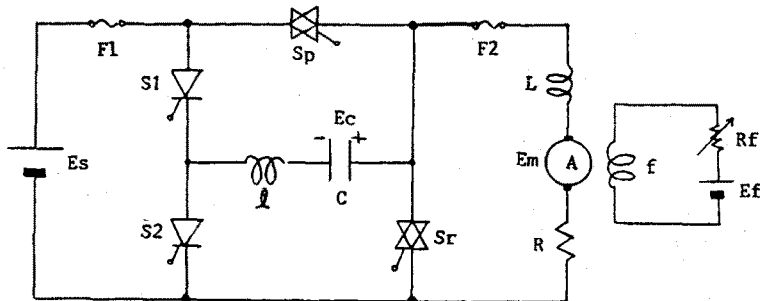
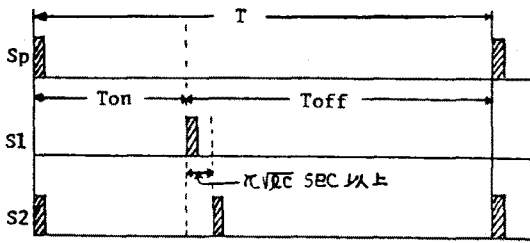


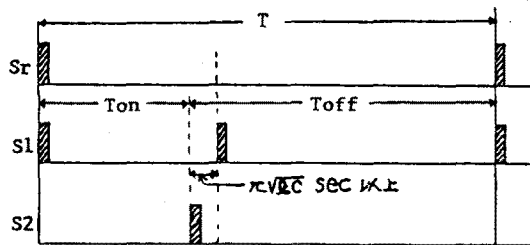
그림 1. 구동 및 회생 제동 가능한 쇼퍼 회로

2. 본 문

그림 1에 회생제동 능력을 겸비한 쇼퍼회로를 표시한다. 여기서  $E_s$  는 전원전압,  $E_m$  은 전동기의 역기전력,  $S_p, S_r$  은 역도통 다이리스터로서 쇼프부이며,  $L$  은 평활용 리액터,  $S1, S2$  는 전류 보조용 다이리스터,  $R$  은 전기자 회로의 전저항,  $F$  는 락어자용 계자모임 및  $C$  는 전류용 리액터와 콘덴서이다.



(a) 구 동 시



(b) 회 생 시

그림 2. 구동시와 회생시의 게이트 신호

본 쇼퍼회로의 구동 동작은, 그림 2 (a)와 같이 각 다이리스터를 트러거 하므로서 이루어진다. 최초  $S_p$  와  $S_2$  에 트러거 신호가 가해지면,  $E_s - S_p - L - A - R - E_s$  의 경로로 전원 전압이 전동기 A 에 인가되며, 동시에  $E_s - S_p - C - \omega - S_2 - E_s$  의 경로로 콘덴서 C 는 그림 1의 구성으로  $E_s$  이상의 전압으로 충전된다. 다음 쇼프부  $S_p$  를 off 시키기 위하여  $S_1$  에 트러거 신호를 가하면,  $C - S_p - S_1 - \omega - C$  의 경로로 방전전류가 흐르게 되는데, 이 전류가 전동기 전류보다 커지는 시각에서  $S_p$  는 off 하게 되며, 전동기 전류는  $A - R - S_r$  (역도통부) -  $L$  의 경로로 환류한다.  $S_1$  이 on 한후 약  $\pi\sqrt{LC}$  (sec) 후에

$S_2$  를 트러거 하는 것은, C 의 극성을 역전시켜 그림 1의 구성으로 하기 위한 것으로서, 다음 동작인  $S_p$  와  $S_2$  가 트러거 할 때의 C 에 흐르는 전류를 제한 하기 위함이다. 이상과 같은 동작으로 제강 쇼퍼의 동작을 한다.

다음에 회생동작은 그림 2(b)와 같은 트러거 펄스를 인가 하므로서 달성된다. 최초  $S_r$  과  $S_1$  이 on 되면,  $E_m - L - S_r - R - E_m$  의 경로로 전동기가 단락되어 L 에 에너지가 축적되며, 동시에  $E_s - S_1 - \omega - C - S_r - E_s$  의 경로로 C 가 그림과 역극성으로  $E_s$  이상의 전압으로 충전된다. 다음에  $S_r$  를 off 시키기 위하여  $S_2$  를 트러거 한다.  $S_r$  이 off 되면,  $E_m - L - S_p$  (역도통부) -  $E_s - R - E_m$  의 경로로, L 에 축적된 에너지와  $E_m$  에 의해 전원측에 회생전류를 공급하여 제동력을 얻게 된다. 이상과 같은 동작은 제강 쇼퍼의 동작으로 회생 제동시에 잘 이용되는 방식이다.

구동 ← 회생 전환을 위한 트러거 펄스의 구성 예를 그림 3에 표시한다.

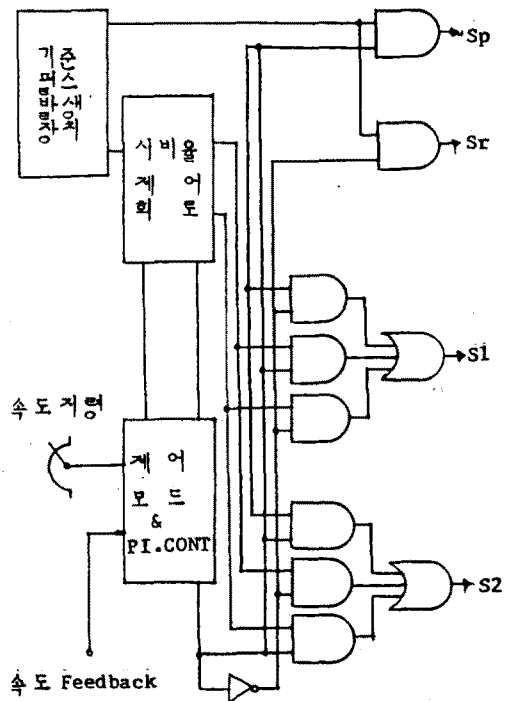


그림 3. 회생전환을 위한 트러거펄스 구성

3. 고찰

역도동 다이리스터를 이용 하므로서 소자수의 증가 없이, 계강 효머 및 계승 효머의 두 동작을 할 수 있다. 또한 타여자 전동기를 사용하는 경우, 구동 ↔ 회생의 동작이 게이트 신호만에 의해 연속적으로 가능하다. 그러므로 종래의 회로 전환법과 비교하여 많은 접촉자를 생략 할 수 있다.

나아가서, 전원 전류의 고조파 성분과 전원 및 전동기 전류의 맥동분을 경감 시키기 위한 대책으로 본 방식을 이용하여 그림 4.와 같은 2상 2중 효머를 구성 할 수 있다.

4. 참고 문헌

- (1) 초쵸파 제어 방식 전문 위원회 편 "초쵸파 제어 핸드북" 日本電気学会, (1980)
- (2) 松野, 古賀, 川井 "今後の 초쵸파 제어電車" 東芝レビュー, Vol. 30, No. 2, (1975)
- (3) 刈田, 東, 成戸, 金田 "新方式 高周波 4象限 초쵸파 시스템" 三菱電機技報, Vol. 56, No. 8, (1982)
- (4) R.A. VAN ECK, "The Separately Excited DC Traction Motor Applied to DC and Single Phase AC Rapid Transit Systems and Electrified Railways, Part I" IEEE Trans, VOL. IGA-7, No. 5 (1971)

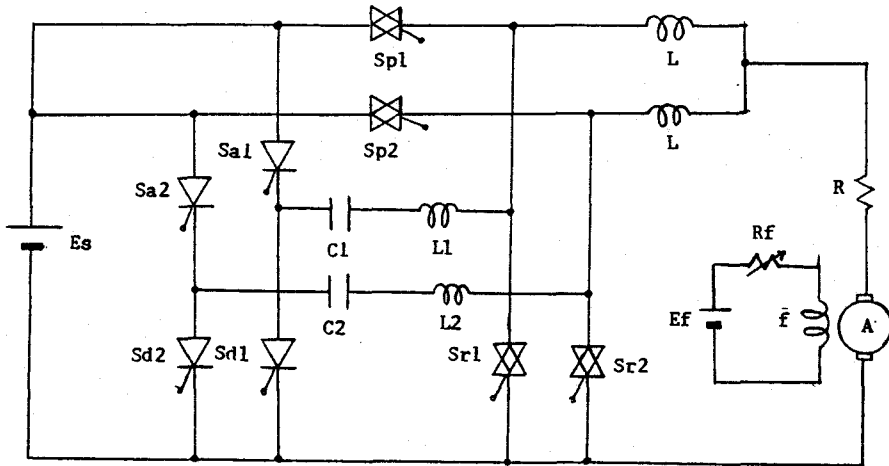


그림 4. 본 방식을 이용한 2상 2중 효머 회로