

시변 LR회로를 이용한 비폭발형 EMGF

양지혁*, 심수용, 유천열¹, 이 천, 권오규
 인하대학교 전기공학과, 인천광역시 남구 용현동
¹인하대학교 물리학과, 인천광역시 남구 용현동

1. 서론

EMGF(Explosive Magnetic Generator of Frequency)는 기존의 MCG(Magnetic Cumulative Generators)의 구조에서 부하단에 인덕터 대신에 콘덴서를 연결하여 변형시킨 것으로서 러시아의 Prishchepenko에 의해 제시되었다[1]. 그림 1은 EMGF의 기본 구조를 보여준다.

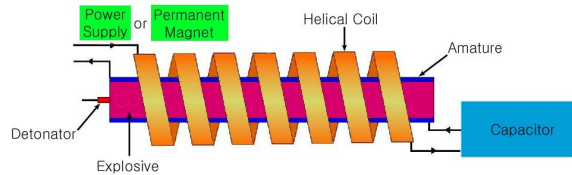


그림 1 EMGF의 기본 구조

EMGF는 시변 LRC 직렬회로로 모델링될 수 있다. 이 연구에서는 반도체 스위칭을 이용한 시변 LR 모사장치를 구현하여 EMGF의 출력이 폭발없이도 증폭될 수 있음을 실험을 통해 확인하고자 한다.

2. EMGF 등가회로

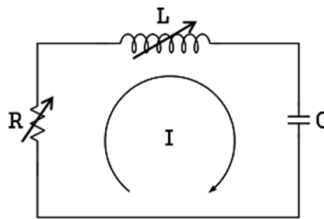


그림 2 EMGF의 등가회로

EMGF는 그림 2에서 보여주듯이 LRC 직렬회로로 표현될 수 있다[2]. 이 회로는 키르히호프(Kirchhoff)의 법칙을 기초로 해서 직렬 연결된 LRC 회로의 미분방정식으로 정리될 수 있다. 외부의 에너지 공급이 없기 때문에 회로를 통해서 흐르는 전류는 다음과 같은 미분방정식으로 나타 낼 수 있다.

$$L \frac{d^2 I}{dt^2} + \left(2 \frac{dL}{dt} + R \right) \frac{dI}{dt} + \left(\frac{d^2 L}{dt^2} + \frac{dR}{dt} + \frac{1}{C} \right) I = 0 \tag{1}$$

여기서 I 는 전류이고, $t = 0$ 에서 $I = I_0$ 이다. 식 (1)에서 2차 미분방정식의 감쇠계수에 해당하는 1차항계수 $(2dL/dt + R)$ 의 부호가 출력의 증폭 또는 감쇠를 결정하는데, 이 계수의 부호가 (-)로 변하면, 즉 L 의 감소율이 R 값보다 커지는 경우, LRC회로의 출력전류가 증폭됨을 알 수 있다.

3. 등가회로 모사장치

이 연구에서는 시변 LR 회로를 꾸미기 위하여 SSR(Solid State Relay)을 이용하였다. MOSFET을 통해 초기 전류를 인가하고 직렬로 연결된 코일을 SSR을 이용하여 단락시킴으로써 시변 LR을 구현하였다. 그림 3은 시변 LR 실험장치의 실물사진과 등가회로이다.

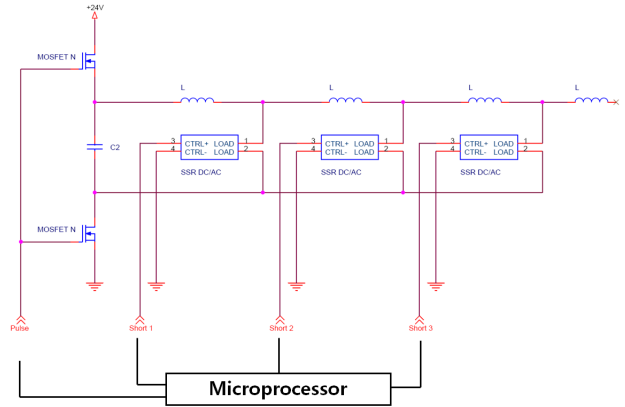
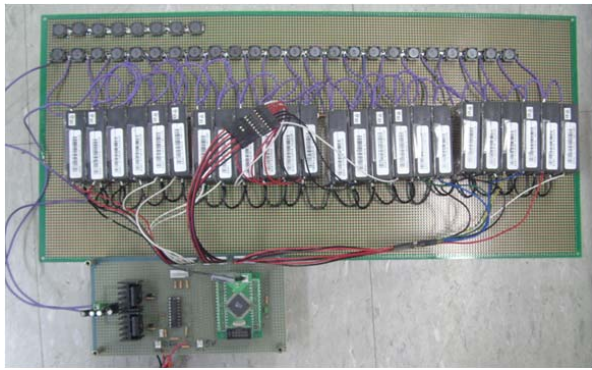


그림 3 SSR을 이용한 시변 LR 증가회로 모사장치의 실물사진과 회로도

4. 실험결과

그림 4와 5는 이 연구에서 구현한 모사장치의 실험결과이다. 초기전류는 1.2A이고, 스위칭 시간간격을 바꿔가며 실험을 하였는데, 스위칭 시간간격을 줄여 L의 감소율을 크게 함으로써 출력전류가 증폭되는 것을 확인하였다.

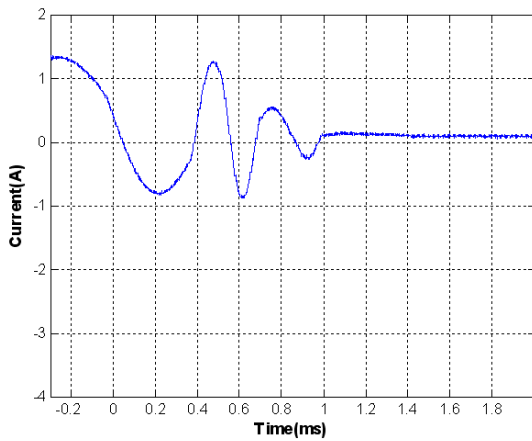


그림 4 스위칭 시간간격 : 26µs($dL/dt = -18[H/s]$)

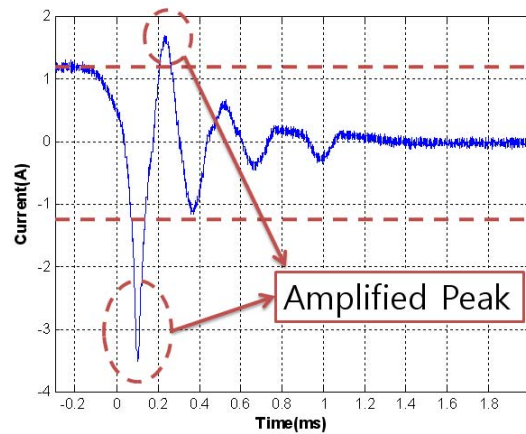


그림 5 스위칭 시간간격 : 9µs($dL/dt = -52[H/s]$)

5. 결론

이 연구에서는 EMGF의 증가회로인 시변 LRC회로를 전기적 스위치인 SSR을 이용하여 구현하였다. 전형적인 EMGF는 라이너 내부에 화약이 장착되어 폭발에 의해 라이너를 팽창시킴으로써 시변 LRC 회로를 구현하고 있는데 반해, 이 연구에서는 시변 LR 회로를 SSR을 이용하여 구현함으로써 폭발없이 전류를 증폭하는 결과를 얻었다.

6. 참고문헌

- [1] A.B. Prishchepenko, V.K. Kiseljov, and L.S. Kudimov., "Radio Frequency Weapon at the Future Battlefield," Proc. of the EUROEM Conference, Bordeaux, France, June(1994).
- [2] V.V. Onochin., "Analysis of the Equivalent Circuit of Explosive Magnetic Generator of Frequency," Sirius, Moscow,(1999).