

<https://doi.org/10.7236/IIBC.2018.18.1.167>

IIBC 2018-1-23

비안정 멀티바이브레이터를 이용한 가변속도 가능한 저전력 모터

Variable speed control of low power motor by using the astable multivibrator

이용일*

Yong-IL Lee*

요 약 현재 수없이 많은 가전제품이나 IT 부품 등에서 저전력 DC모터를 적용시켜서 회전력을 가해야 하는 곳에는, 어느 때나 어느 곳에서나 적응적인 적용이 가능한 기술이 필요함으로써, 비안정 멀티바이브레이터를 이용한 저전력 아이디어 제품을 실험적으로 개발하였다. 모터구동이 일반적으로 초기 구동시에 많은 전력을 소모하며, 정상 동작시에 저전력 동작을 이루어내는 구동원리를 이용하여, 전원 자체를 펄스 형태로 공급하여 저전력 동작을 구현하여, AC모터이든지 DC모터이든지 어느 것이든지 적용 가능한 기술실험 동작 결과를 증명하였다.

Abstract We have developed ideal products that need low power by utilizing astable multivibrators since we are in need of technology that can be adaptable to any environments anytime because tons of thousands of electric products and IT products need to be operated by low power DC motors. Since motors generally use much electricity in an initial stage of operation, we have testified and proved the technology that can be furnished with any kinds of motors including those of AC and DC by loading them with on-off systems with electric pulse with operating methodology that has realized low-electrical operation when normally operated.

Key Words : AC motor, DC motor, Geared motor, Astable multivibrator

1. 서 론

비안정 멀티바이브레이터를 이용한 가변속도 가능한 저전력 모터 제어의 작동과정을 아이디어에 대한 원리, 작동과정 등을 도면과 사진으로 설명해 본다.

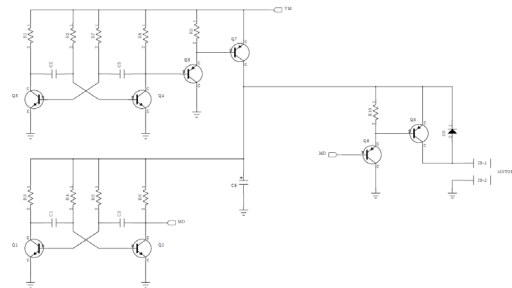


그림 1. 비안정 멀티바이브레이터를 이용한 가변속도 가능한 저전력 모터 제어

Fig. 1. variable speed control of low power motor by using the astable multivibrator

*정희원, 경북전문대학교 전자과
접수일자 : 2018년 1월 22일, 수정완료: 2018년 2월 5일
게재확정일자: 2018년 2월 9일

Received: 22 January, 2018 / Revised: 5 February, 2018
Accepted: 9 February, 2018
*Corresponding Author: lyi9470@hanmail.net
Dept. of Electronics, Kyungbuk College, Korea

II. 전원단속(On-Off)부

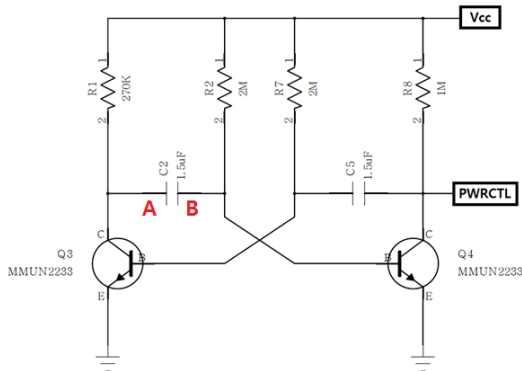


그림 2. 전원단속부
Fig. 2. power On-Off parts

트랜지스터를 Q3가 "OFF"라고 가정하면, 콜렉터 전압은 V_{CC} 로 증가하고 있다. 그러는 동안 트랜지스터 Q4는 "ON"으로 설정되어 있다. $V_{CC}=+3V$ 라 하면, Q3의 콜렉터에 연결되어 있는 커패시터 C2의 플레이트 "A"는 또한 V_{CC} 의 +3V를 향해 상승한다. C2 커패시터의 다른 쪽 플레이트 "B"는 트랜지스터 Q4의 베이스 단자에 접속되고, Q4의 이미터가 GND에 연결되어 있으므로 $V_{BE}=0.6V$ 이고, 따라서 Q4의 베이스 전압 즉, C2 커패시터의 플레이트 "B"는 0.6V 이다. 커패시터 C2은 플레이트 "A"와 "B"에 걸쳐 2.4 볼트의 전위차를 갖는다.

Q3가 ON이 되면, 커패시터 C2의 플레이트 "A"는 즉시 0.2V ($V_{OL}=V_{CE}=0.2V$)로 떨어지고, 플레이트 "A"의 전압강하는 플레이트 "B"에서 같은 전압강하를 일으킨다. 즉, 플레이트 "B"는 -2.2V가 된다. Q4 베이스에서의 마이너스 전압은 Q4를 "Hard OFF" 시키고 불안정한 상태가 된다.

커패시터 C2의 플레이트 "B"는 R2를 통해서 충전되기 시작하고, Q4의 베이스는 $V_{CC}=+3V$ 를 향하여 증가한다. 이 때의 시정수는 $C2 \times R2$ 의 값이다. 하지만 Q4의 베이스는 V_{CC} 에 도달하지 못하고, +0.6V 에 도달하면 Q4가 Turn-On이 된다. 그리고 C5에 대하여 위의 C2에 해당하는 과정이 반복된다.

만일 시정수 $R2 \cdot C2$ 와 $R7 \cdot C5$ 가 같으면 Mark와 Space의 비율이 1:1인 파형이 생성되고, R과 C값을 변화시켜 Mark와 Space의 비율을 임의로 변경할 수 있다.

RC 회로의 충전 전 시간을 계산해 보면, V_{CC} 의 0.5배 되는 시간은 시정수의 0.69배이다.

이것을 수식으로 표현하면,

$$주기 T = t_M + t_S$$

(t_M : Mark Time, t_S : Space Time)

$$t_M = 0.69 \times C2 \times R2$$

$$t_S = 0.69 \times C5 \times R7$$

여기서 주기 T가 위 회로의 PWRCTL 신호가 되며, Mark와 Space의 비율은 t_M 과 t_S 로 결정된다. 또한 위 신호의 주파수는

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{(0.69 \times C2 \times R2 + 0.69 \times C5 \times R7)}$$

가 된다.

* 달링톤(Darlington) 회로부

달링톤 회로부는 전원단속부에서 생성된 신호를 전류 증폭하여 모터 구동전원으로 공급한다.

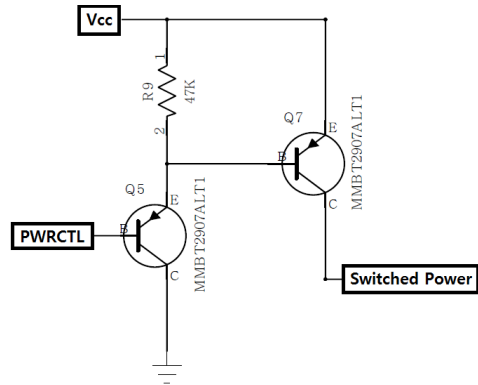


그림 3. 달링톤 회로
Fig. 3. Darlington circuits

III. 모터 제어 및 구동

1. 모터제어부

전원 단속부와 같은 비안정 멀티바이브레이터 회로로서, RC 시정수 값을 변화시켜 높은 주파수를 발생시켜 모터 구동시 전력 소모를 줄인다. 또한 전원 단속부로부터의 <Switched Power>신호에 의해 전원이 단락되어 모터구동 신호 <MD>가 TONE-BURST 발진기 형태의 출력 파형을 나타낸다.

이 회로에서는 Mark와 Space의 비율을 1:1로 한다.

주기 $T = t_M + t_S$
 (t_M : Mark Time, t_S : Space Time)
 $t_M = 0.69XC1XR4$,
 $t_S = 0.69XC3XR5 = 0.69XC1XR4$
 (여기서 $C1=C3$, $R4=R5$)

여기서 주기 T가 위 회로의 PWRCTL 신호가 되며, Mark와 Space의 비율은 t_M 과 t_S 로 결정된다.

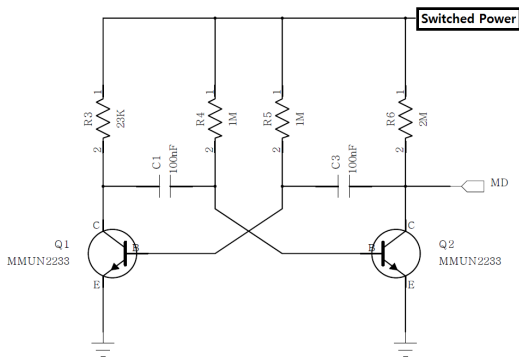


그림 4. 모터 제어부
 Fig. 4. motor control part

또한 위 신호의 주파수는

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1.38 \times C1 \times R4}$$

가 된다.

2. 모터 구동부

모터제어부에서 생성된 <MD>신호를 달링톤 회로를 이용하여 전류를 증폭시켜 모터를 구동하는 부분이다. 이 때 모터 구동 전원 역시 전원단속제어부에서 생성된 <Switched Power> 전원을 사용하여 모터 구동시 단속(ON-OFF) 기능을 제공한다.

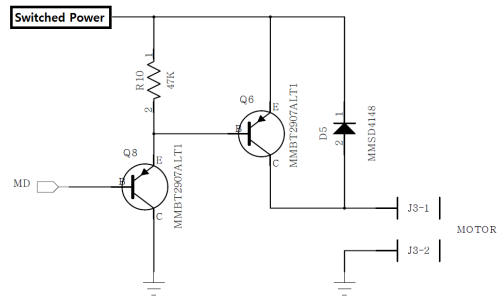
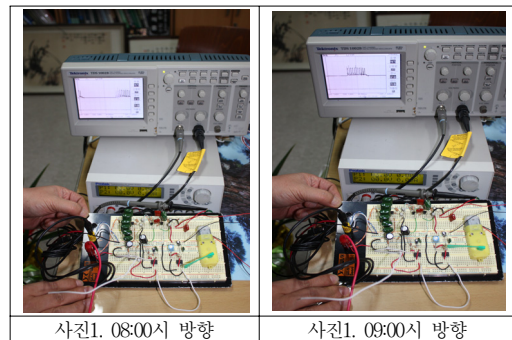


그림 5. 모터 구동부
 Fig. 5. motor operation part

IV. 실험 및 결과

비안정 멀티바이브레이터를 이용한 가변속도 가능한 저전력 모터 제어의 동작 과정을 모터의 회전위치 순서 별로 사진으로 나타내었다. 위 회로의 <MD> 신호에 의해 단속되는 3[V]의 저전압(전원)이 사진에서 나타낸 것 같이, 노락색 DC모터(40mm(가로) x 10mm(세로) x 15mm(높이)의 입력단에 인가시켰으며, 전압이 인가되는 순간 부터, 오실로스코프에 관측된 여러 가지 순간의 동작 과정을 다음과 같이 사진으로 증명하였다. 개발한 모터의 회전부(초록 날개 모형 부착)의 불연속 제어 회로 동작 과정을 쉽게 검증되어 보이도록 시간대 별로 사진을 첨부하였다. 또한 오실로스코프에는 모터 동작시의 인가전원 신호가 디스플레이 되고 있으며, 파형의 있고 없음이 모터의 동작과 정지를 표현해주고 있다. 즉, 이 회로에서 모터는 일정시간 동작하고 일정시간 정지하고를 반복하며 정확한 전방위 동작이 가능함을 증명하고 있다.



V. 결론

비안정 멀티바이브레이터를 이용한 가변속도 가능한 저전력 모터 제어를 개발하였으며, 동작 과정을 모터의 회전위치 시계방향 순서별로 입증하였으며, 향후 모터의 정격을 고려한 초 저전력 제어 시스템을 개발 및 특허 출원을 계획하고자 한다.

References

- [1] Jae-Min Kwon, Kyung-Jung Lee, Hyun-Sik Ahn, "Controller Scheduling and Performance Analysis for Multi-Motor Control", The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication, Vol.15 No.1, 2015, pp.237~243
- [2] Se-Hyung Jo, "A study on comparative analysis of commercial step motor speed control methods", pp.39-42, Hanyang University, Dept. of Electrical and Electronic Engineering, February 2013, <http://www.riss.kr/link?id=T13076800>,
- [3] www.motorbank.com
- [4] R. C. Holehouse, K. Atallah, J. Wang, "Design and realization of a linear magnetic gear", IEEE Trans. Magn., vol. 47, no. 10, pp. 4171-4174, Oct. 2011. DOI: 10.1109/TMAG.2011.2157101
- [5] J. K. Shiau, D. M. Ma, M. Jou, "Analysis and experiments of eddy current brakes with moving magnets", Mater. Sci. Forum, vol. 575 - 578, pp. 1299-1304, Apr. 2008.
- [6] S. H. Kim, S. Hashi, K. Ishiyama, "A basic study of a triangular magnet chain for locomotion control", J. Appl. Phys., vol. 109, no. 7, pp. 07E318-1-07E318-3, 2011.

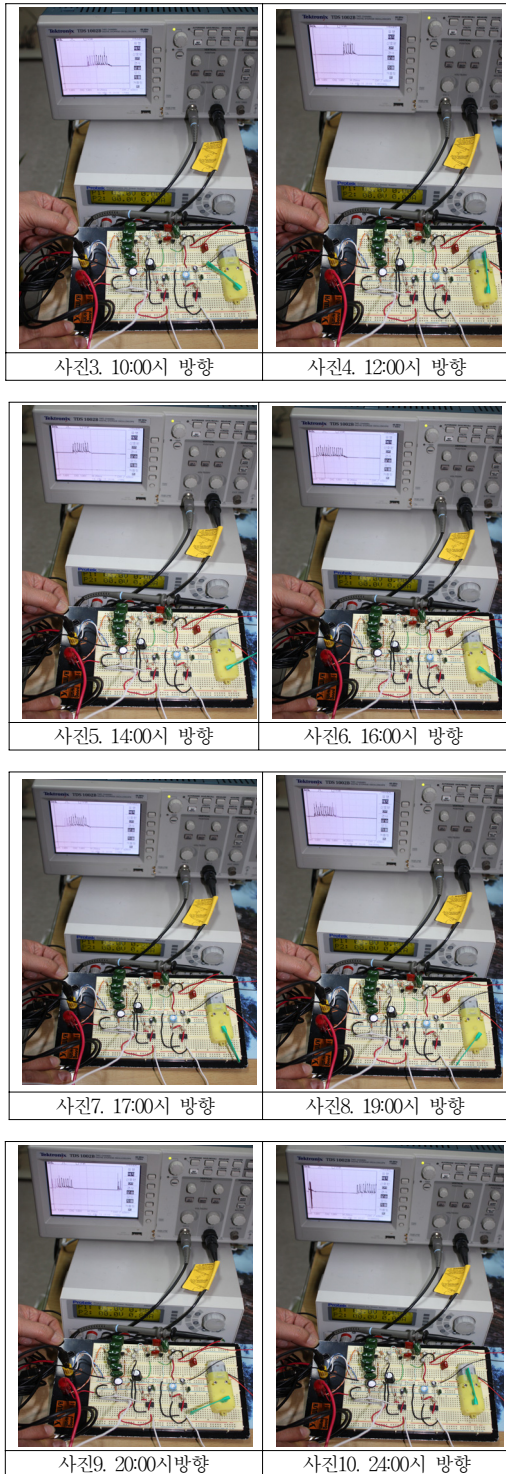


그림 7. 실험 결과
Fig. 7. experimental result

저자 소개

이 용 일(정회원)



- 1983년 건국대학교 전자공학과(공학사)
- 1985년 건국대학교 전자공학과 양자전자 및 통신계통(공학 석사)
- 1998년 건국대학교 전자공학과 양자전자 및 통신계통(공학 박사)
- 1985~1988 :부천대학교 강사
- 1985~1990 :인하공업전문대학교 강사
- 1990~현재: 경북전문대학교 전자과 교수
- 관심분야 : 양자전자 및 통신 계통, 무선통신, 유비쿼터스, etc
- E-mail : lyi9470@hanmail.net