

피드백 네트워크를 사용한 Pseudo 저항을 갖는 LDO 레귤레이터

LDO Regulator with Pseudo Resistor Using Feedback Network

정 준 모*

Jun-Mo Jung*

Abstract

In this paper, we propose LDO regulator to operate using Pseudo resistor instead of widely used Feedback resistor in conventional LDO regulator. Proposed Feedback network using Pseudo resistor has smaller area than the conventional feedback resistor and plays the role of an conventional LDO regulator. Thus, it has been proposed to compensate for the disadvantages of LDO regulator with noise. Although proposed LDO regulator compared with conventional LDO regulator has similar performance, this LDO regulator provide higher efficiency by reducing the overshoot and decreasing the area. This circuit was designed to using a Dongbu Hitek 0.18um CMOS process.

요 약

본 논문에서는 기존 LDO regulator에서 많이 사용 되는 피드백 저항을 Pseudo resistor를 이용하여 동작하기 위한 LDO regulator를 제안한다. 제안된 Pseudo resistor를 사용한 Feedback network는 기존 피드백 저항보다 면적이 작으면서도 기존 LDO regulator의 역할을 하며, 노이즈를 갖는 LDO regulator의 단점을 보완하고자 제안되었다. 기존 LDO regulator와 비교하여 비슷한 성능을 가짐에도 불구하고, Overshoot를 감소시키고 면적을 줄여 더 높은 효율을 제공할 수 있다. 설계한 회로는 동부 하이텍의 0.18um CMOS 공정을 이용하였다.

Key words : Pseudo resistor, PMOS, Feedback, Overshoot, LDO Regulator

1. 서론

최근의 휴대전화, PDA, MP3 등과 같은 배터리를 기반으로 하는 휴대용 멀티미디어의 사용이 급증함에 따라 전원 관리 IC의 중요성이 강조되고 있으며, 레귤레이터는 전원 관리 집적회로의 중심이라 할 수 있다. 또한 배터리를 사용하는 전자기기에서는 시간에 따라 배터리의 전압과 전

류가 크게 변화하여 일시적인 노이즈가 발생하게 되어 전원이 불안정해 질 수 있다.

이 논문에서 제안한 LDO regulator는 Feedback 저항부분을 Pseudo resistor를 사용한 Feedback network로 대체하여 기존보다 면적을 감소시키고, 출력 부분에서의 Overshoot를 억제시켜줌으로써 더 안정적인 동작을 얻도록 제안하였다.[1]

* Dept. of Electronics Engineering, SeoKyeong University
02-940-7732, jjmo@skuniv.ac.kr

Manuscript received Mar 17, 2016; revised Mar 21, 2016; accepted Mar 24, 2016

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

II. 본론

1. Pseudo Resistor

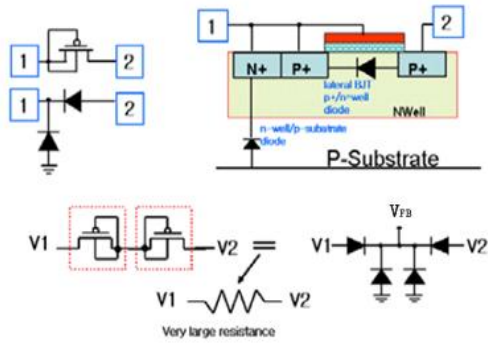


Fig. 1. Pseudo resistor with 2 PMOS transistors
 그림 1. 두 개의 트랜지스터를 갖는 Pseudo 저항

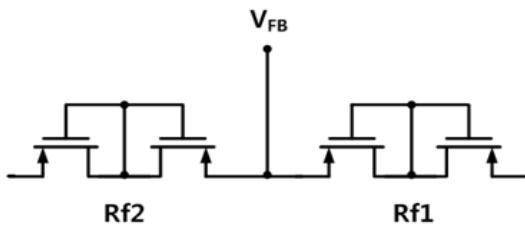


Fig. 2. Pseudo resistor using Feedback network
 그림 2. 피드백 네트워크를 사용한 Pseudo 저항

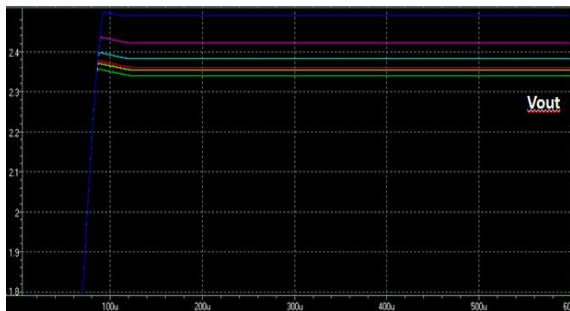


Fig. 3. Output Voltage control
 그림 3. 출력 전압 제어

그림 1은 역 바이어스로 다이오드로 동작하는 기생 다이오드를 갖는 두 개의 PMOS 트랜지스터를 나타낸다. 하지만 벌크-기판 다이오드를 통한 leakage current 때문에, V_{FB} 는 $V1$ 과 $V2$ 사이에서 선형적 특성을 보이지 못한다. 그래서 그림 2에서는 피드백 저항 부분에 연결되어있는 것처럼 역 바이어스로 다이오드로 동작하는 기생 다

이오드를 갖는 두 개의 PMOS 트랜지스터를 추가시킨 것을 나타낸다. 이 때문에 선형적 범위는 더 커지게 되고, V_{FB} 는 벌크-기판 다이오드에 연결되지 않아 이 다이오드를 통해 흐르는 leakage current는 무시할 수 있다.

그림 3은 출력 전압을 제어하는 시물레이션을 나타내는데, 기존 LDO에서 Feedback resistor의 값을 조절하면서 출력 전압을 제어하던 것처럼 제안된 이 회로에서도 Pseudo resistor로 사용된 PMOS의 size를 조절하여 출력 전압 값을 조절할 수 있었다. [2]-[3]

2. 제안된 LDO regulator

그림 4은 기본 LDO regulator회로와 제안된 LDO regulator를 나타낸다. 그림 3에서 첫 번째 그림과 같이 오차증폭기, 패스 트랜지스터, 피드백 저항, 부하로 구성되어 있는 기본적인 LDO regulator 회로를 사용하며, 피드백 저항 대신 Pseudo resistor를 사용한 Feedback network를 사용하여 면적을 감소시키고, Overshoot 완화시키는 특성을 다룬다. 즉, Overshoot 제거로 인한 LDO regulator의 안정감과 면적 감소를 목적으로 한다.

그리고 그림 3에서 두 번째 그림은 이 논문에서 제안한 Pseudo resistor를 사용한 Feedback network를 갖는 LDO regulator를 보여준다. 피드백 저항 부분에 기존 저항 대신 Pseudo 저항을 사용해 Feedback network의 역할을 하도록 하여 Overshoot를 억제시켜주고, 면적을 감소시키면서 더 좋은 성능을 가지게 할 수 있다.

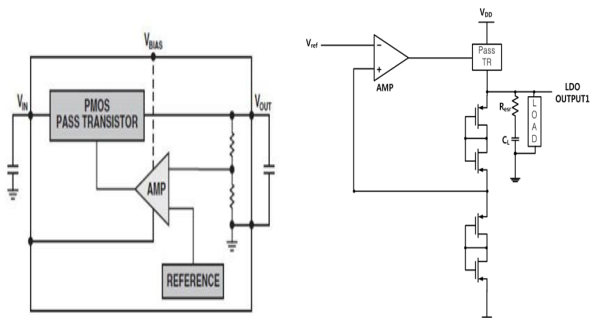


Fig. 4. Conventional LDO & Proposed LDO
 그림 4. 기본 LDO 블록도 & 제안된 LDO 블록도

그림 5는 이번 제안된 LDO regulator를 시뮬레이션해서 얻은 오버슈트의 결과이다. Pseudo 저항이 작은 noise를 갖는데 영향을 줌으로써 보이는 바와 같이 기존 LDO regulator의 오버슈트 제어 시간 같은 경우 85us가 나온 반면에, 제안된 LDO regulator의 오버슈트 제어시간은 40us가 나와 오버슈트를 더 억제시켜주는 결과를 확인할 수 있었다.[5]

그림 6는 같은 출력 값을 얻기 위해 사용된 Feedback 저항의 크기와 비교하기 위해 Pseudo resistor를 사용했을 때의 layout 크기 비교를 나타낸다. 같은 출력 값을 갖는다는 것에 있어 $Rf1=260K\Omega$, $Rf2=290K\Omega$ 의 피드백 저항 값과 비교하여 Pseudo resistor를 사용 시 면적이 약 70%정도 감소한 것을 확인하였다.[4]



Fig. 5. Overshoot simulation results

그림 5. 오버슈트 시뮬레이션 결과

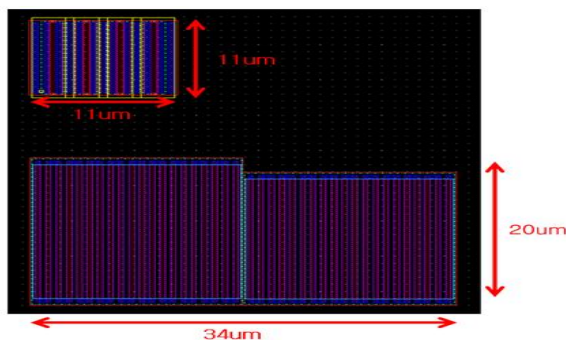


Fig. 6. Comparing the layout size

그림 6. 레이아웃 크기 비교

III 결론

본 논문은 기존 LDO regulator의 Feedback 저항 부분을 MOSFET을 이용한 Pseudo resistor으로 대체하여 설계한 LDO regulator를 제안한

다. PMOS를 사용하여 Pseudo resistor으로 Feedback network 역할을 하게하여 면적을 감소시키고 오버슈트 현상도 억제시키는 효과를 가져오도록 제안하였다. 기존 LDO와 이득과 Phase margin은 거의 동일하게 나왔으며, Pseudo resistor로 사용된 MOSFET의 size를 조절하여 출력전압 값을 조절할 수 있어 Feedback resistor와 동일한 역할을 하였다. 그러면서 오버슈트 현상을 억제시키고 면적을 감소시켜 LDO regulator에 안정성을 잡아주는 효율을 갖도록 설계하였다.

References

- [1] Texas Instruments, "Understanding the terms and definitions of LDO voltage regulators"
- [2] M-T. Shiue, K-W. Yao and C.-S.A Gong, "Tunable high resistance voltage-controlled pseudo-resistor with wide input voltage swing capability" Electronics Letter 17th March 2011 Vol. 47 No. 6
- [3] Reid R. Harrison, Cameron Charles, "A Low-Power Low-Noise CMOS Amplifier for Neural Recording Applications" IEEE Journal of Solid-state circuit, VOL. 38, No. 6, JUNE 2003
- [4] Socheat HENG and Cong-Kha PHAM, "Quick Response Circuit for Low-power LDO Voltage Regulator to improve Load transient response, 2007 International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT 2007)
- [5] Hossein Kassiri, Karim Abdelhalim and Roman Genov, "Low-distortion Super-GOhm Subthreshold-MOS Resistors for CMOS Neural Amplifiers" Department of Electrical and Computer Engineering, University of Toronto
- [6] S. K. Hoon, S. Chen, F. Maloberti, J. Chen and B. Aravind, "A Low Noise, High Power Supply Rejection Low Dropout Regulator for Wireless System-on-Chip Applications," IEEE Custom Integrated Circuits Conference, IEEE Press, Sep. 2005, pp. 759-762, doi: 10.1109/CICC.2005.1568779

[7] S. K. Hoon, S. Chen, F. Maloberti, J. Chen, "A Low Noise, High Power Supply Rejection Low Dropout Regulator for Wireless System-on-Chip Applications". IEEE Custom Integrated Circuits Conference, IEEE Press, Sep. 2005, pp. 759-762, doi:10.1109/CICC.2005.1568779

BIOGRAPHY

Jun-Mo Jung (Member)



1985 : BS degree in Electronics Engineering, Hanyang University.

1987 : MS degree in Electronics Engineering, Hanyang University.

1992 : PhD degree in Electronics Engineering, Hanyang University.

1995~Present : Professor at Dep. of Electronics Engineering, Seokyeong Univ.

Current research interest : Integrated Circuit, Micro Processor, Circuit Test