- **Date** : 2016년 6월 7일
- **제 목** : LDO에서 Loop Gain 측정방법 및 유의사항
- **문서번호** : KR_ES_0340
- **작성자** : 이응제 (Jake.lee@microchip.com , Analog FAE)

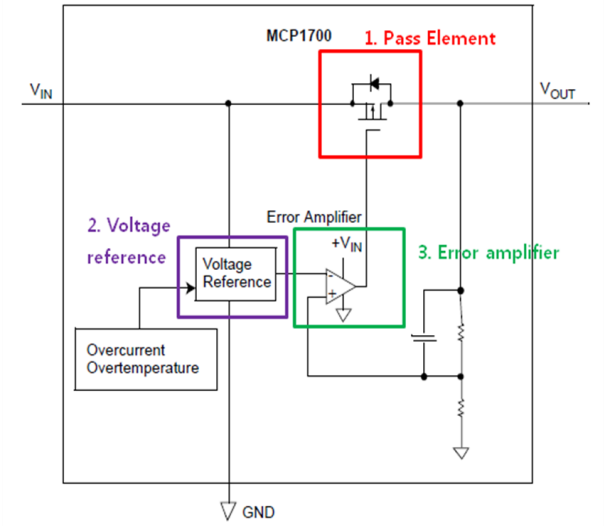
< Engineering Issue 내용 >

1. LDO 구성요소 및 Loop Gain 의 측정을 위한 배경

- LDO(Low dropout Linear regulator)는 크게 아래와 같은 3가지 요소로 구성이 된다.

  1. Pass Element (트랜지스터, 혹은 MOSFET)
  2. A Bandgap Voltage Reference (기준 전압을 제공해 줌)
  3. Error Amplifier (에러증폭기)

- 아래는 LDO 제품 중 하나인 MCP1700의 내부 구조이다.



- LDO의 성능을 평가할 수 있는 지표 중, Loop Gain 에 관한 사항은 Load transient 및 발진(Oscillation)에 관계가 있다. 일반적으로 LDO 제품의 datasheet에서 입력 및 출력단에 Capacitor를 붙이도록 권고하고 있는데, Capacitor가 없을 때, 또는 너무 큰 경우에는 다음과 같은 현상이 예상된다.

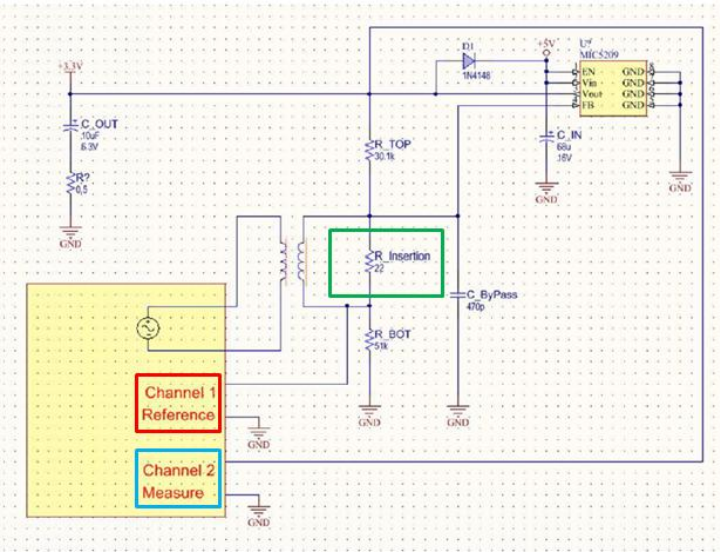
  1. Capacitor가 없는 경우 : Stability가 불안전해져서, 발진의 가능성이 있다.
  2. Capacitor가 너무 큰 경우 : Load step response특성이 안 좋아 진다. 즉 부하에 대하여 강건하게 전압을 공급 못할 가능성이 있다.

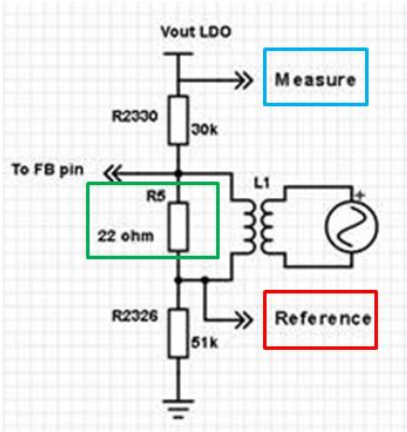
  따라서 전원단의 강건한 설계를 위하여 LDO의 폐회로 이득(Loop Gain) 측정이 필요한 경우가 있다. 본 문서는 Loop Gain 측정 방법, 그리고 LDO의 구조(내부 Voltage reference 위치)에 따라서 달라지는 측정구도에 대하여 기술한다.

2. Issue : How to check Loop Gain

- 아래는 MIC5209 LDO의 Loop Gain을 측정하기 위한 구도이다. 출력전압을 결정하는 분배저항인, Top 저항(R_TOP)과 bottom 저항(R_BOT) 사이에 저항 R-Insertion 을 삽입하고, 이를 Transformer 를 거쳐서 계측기에 연결한다. 사용하는 계측기는 AC frequency sweep 을 하여 R_Insertion 에 하단에 걸리는 전압(Reference)과 Vout 의 전압(Measure)를 측정한다. 그 결과 각 주파수에 따른 Loop gain을 구할 수 있다.

- Loop gain = Measure/ Reference

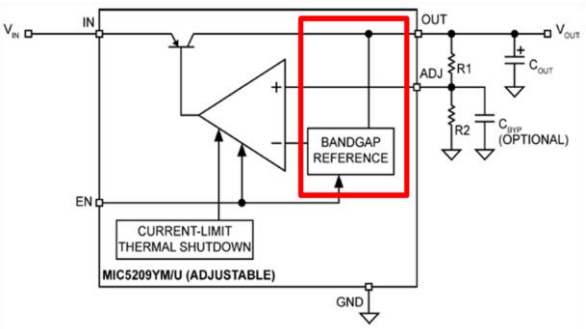


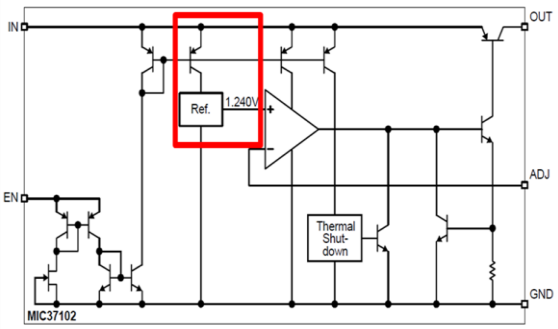


3. LDO 내부 구조에 따른 측정구도

- 위의 MIC5209 같은 경우에는 Bandgap voltage reference 가 출력측에 연결이 되어, 통상적인 LDO와는 다른 경우이다. 통상적인 LDO는 내부 Voltage reference가 GND에 연결이 되어 있는 반면, MIC5209는 출력단에 의하여 동작을 하게 된다. 즉 이러한 경우에는 위의 R_Top+22 Ohm 저항값은 일정할 수 밖에 없다. 따라서, MIC5209 같은 경우에는 22 Ohm 하단에서 전압값을 측정하여 이를 Reference 전압으로 적용한 것이다.

- 반면, 통상적인 LDO의 예로 MIC37100 내부 구조를 아래 우측 그림에서 보여주고 있다.





<MIC5209와 MIC37100의 Voltage reference 위치 차이>

<끝>