

TI DSP, MCU, Xilinx Zynq FPGA 프로그래밍 전문가 과정

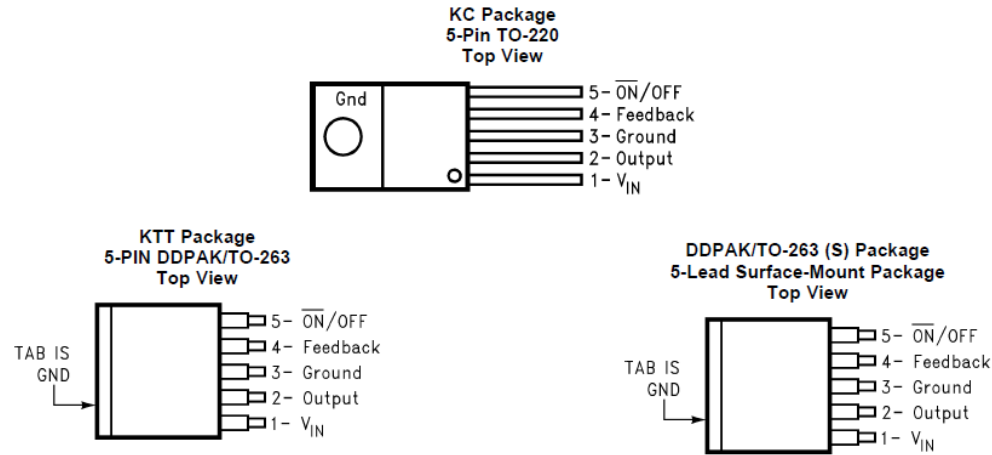
DCDC converter based on LM2576-adj

2018.09.29

강사 – Innova Lee(이상훈)
gcccompil3r@gmail.com

학생 – 안상재
sangjae2015@naver.com

1. LM2576 IC 외관 및 핀 설명



Pin Functions

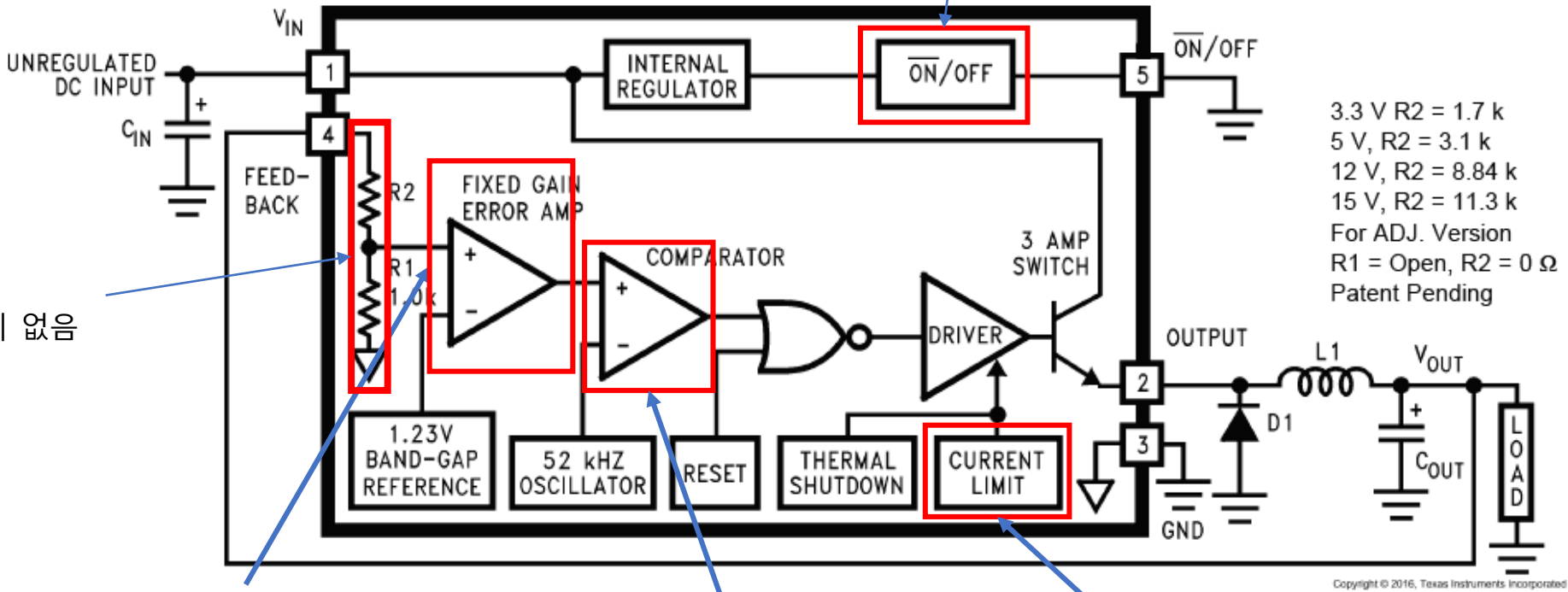
PIN		I/O ⁽¹⁾	DESCRIPTION
NO.	NAME		
1	V_{IN}	I	Supply input pin to collector pin of high-side transistor. Connect to power supply and input bypass capacitors C_{IN} . Path from V_{IN} pin to high frequency bypass C_{IN} and GND must be as short as possible.
2	OUTPUT	O	Emitter pin of the power transistor. This is a switching node. Attached this pin to an inductor and the cathode of the external diode.
3	GROUND	—	Ground pin. Path to C_{IN} must be as short as possible.
4	FEEDBACK	I	Feedback sense input pin. Connect to the midpoint of feedback divider to set V_{OUT} for ADJ version or connect this pin directly to the output capacitor for a fixed output version.
5	$\overline{\text{ON}}/\text{OFF}$	I	Enable input to the voltage regulator. High = OFF and low = ON. Connect to GND to enable the voltage regulator. Do not leave this pin float.
—	TAB	—	Connected to GND. Attached to heatsink for thermal relief for TO-220 package or put a copper plane connected to this pin as a thermal relief for DDPAK package.

(1) I = INPUT, O = OUTPUT

2. Functional Block Diagram

ON/OFF 단제의 H/L 에 의해서 IC를 동작시키거나, 멈출 수 있음
=> 1.4V 보다 높으면 Shutdown Mode, 1.2V 보다 낮으면 Active Mode

출력 전압을 결정함!
adj 버전에서는 R1,R2 저항이 없음



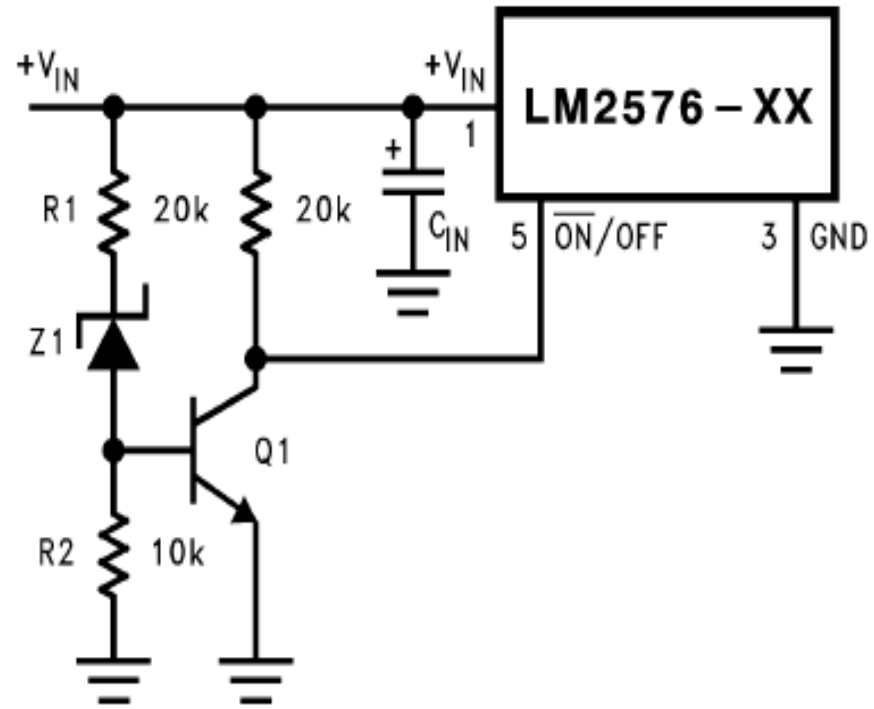
R2 값에 의해서 특정한 출력 값을 만들어 냄

52KHZ 오실레이터와 비교 연산을 거쳐
PWM 파형을 출력

외부 인덕터에 흐르는 전류가 ICL 값을 초과하면 동작

I _{CL} Current Limit ⁽⁴⁾⁽³⁾	T _J = 25°C	4.2	5.8	6.9	A
	Applies over full operating temperature range	3.5		7.5	

3. Undervoltage Lockout

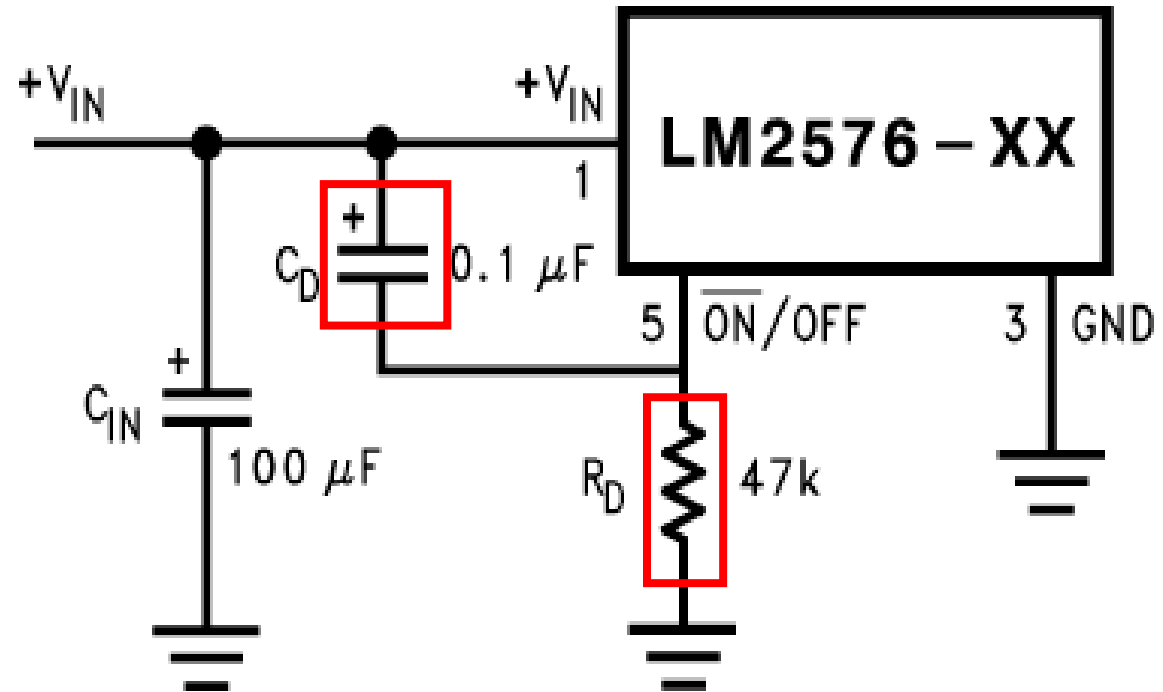


$$V_{TH} \approx V_{Z1} + 2V_{BE}(Q1)$$

V_{in} 입력 전압이 일정한 전압(V_{th})에 도달할 때까지 레귤레이터를 차단시켜버림!

-> 이러한 동작이 필요한 경우가 종종 있음.

4. Delayed Start-Up



- ON/OFF 핀에 R,C 회로를 구성하면 레귤레이터가 동작하는 시간을 지연시킬 수 있다.
- 1,5번 핀의 RC 시정수가 길어지면, delay time 이 길어짐.
- RC 시정수를 과도하게 늘리면 V_{in}에 리플이 섞이게 됨.

5. Adjustable Output, Low-Ripple Power Supply

Vout의 톱니파의 리플 전압을 제거
(10배까지 제거 가능)

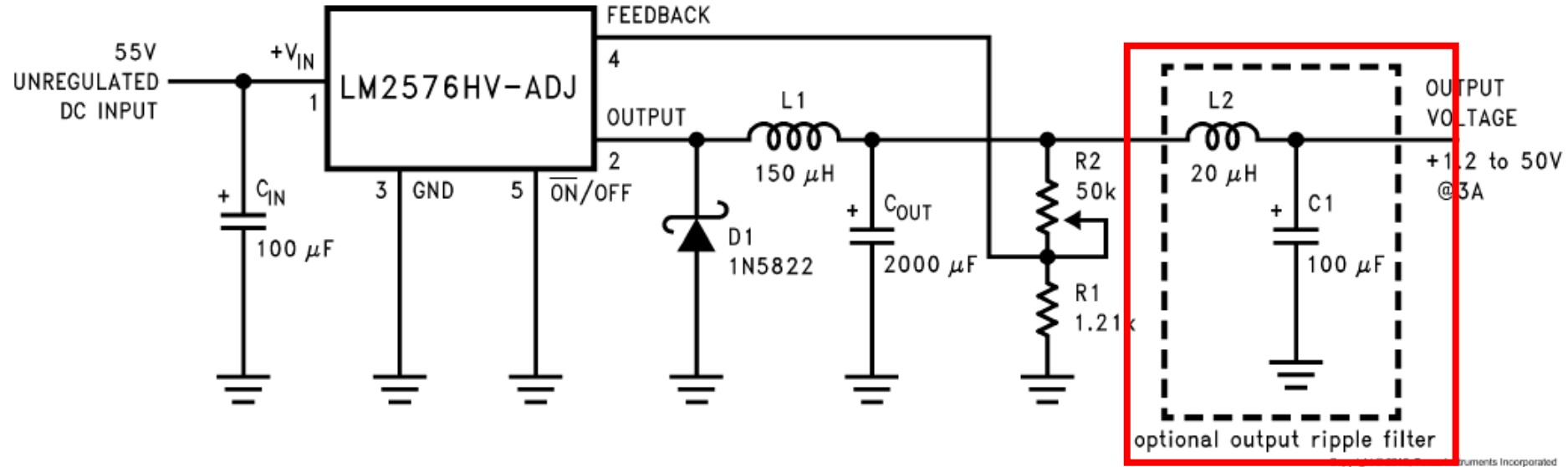
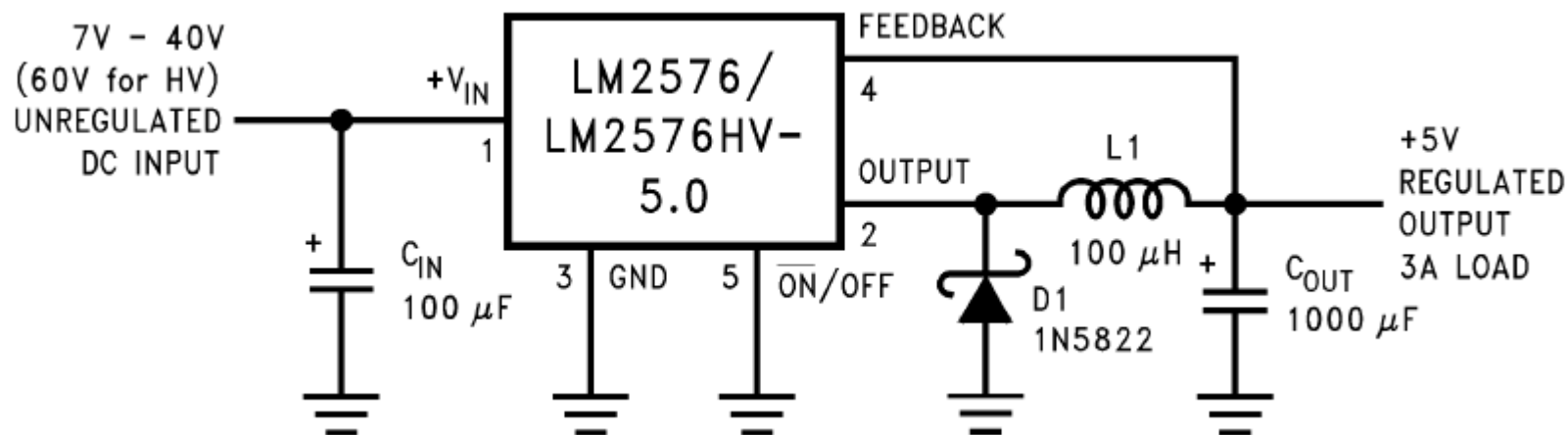


Figure 23. 1.2-V to 55-V Adjustable 3-A Power Supply With Low Output Ripple

6. LM2576 IC 주변 소자



1) Input capacity (Cin)

- 안정성을 유지하기 위해 최소 100 μ F 의 bypass용 커패시터가 필요함
- PCB 패턴이 인덕터와 같기 때문에, 인덕턴스 성분을 줄이기 위해 커패시터를 최대한 IC 와 가깝게 배치해야 함.

2) 인덕터 선택

- 스위칭 레귤레이터의 2가지 기본 모드
- > continuos : 인덕터에 전류가 지속적으로 흐르는가? (LOAD가 큰 경우 적합)
- > discontinuos : 스위칭 싸이클에서 전류가 0으로 떨어지는가? (LOAD가 작은 경우 적합)



LM2576 IC는 2가지 모드로 사용가능!

6. LM2576 IC 주변 소자

3) Output Capacitor

- loop 안정성과 출력 전압을 안정화하기 위해 필요함.
- LM2576 IC와 최대한 가깝게 배치
- 220uF~1000uF 낮은 용량의 커패시터는 50mv~150mv 의 출력 리플 전압을 발생시키지만, 더 큰 용량의 커패시터는 약 20mv~50mv로 감소된 리플 전압을 발생시킴.

$$\text{Output Ripple Voltage} = (\Delta I_{\text{IND}}) (\text{ESR of } C_{\text{OUT}})$$

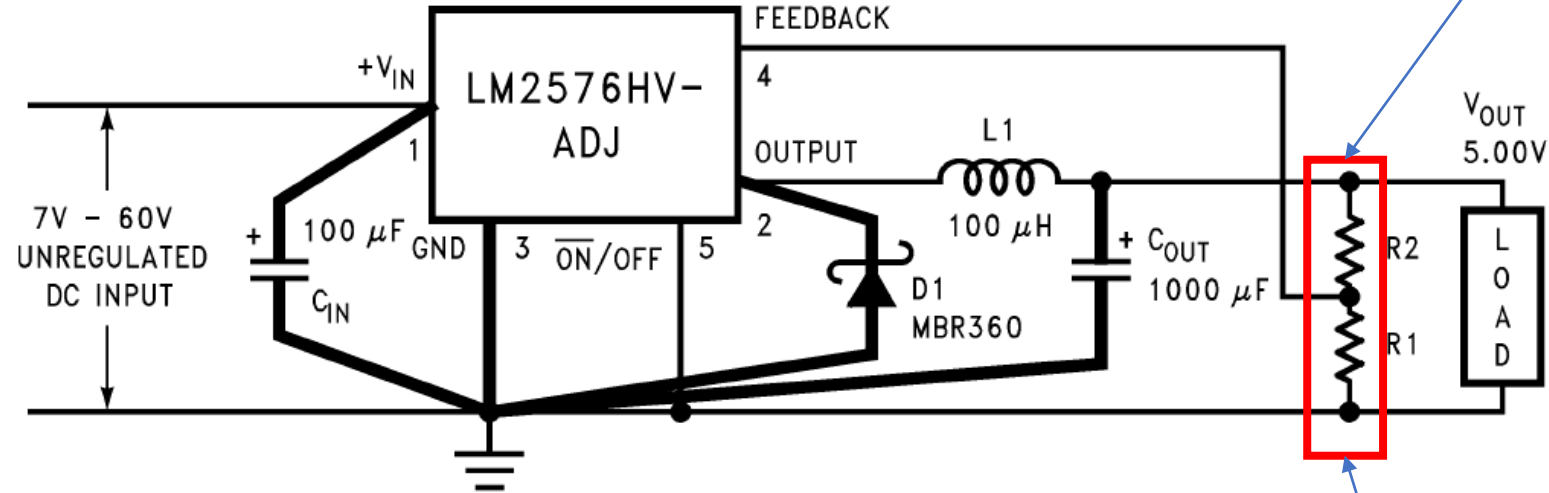
- 출력 리플 전압을 감소시키기 위해 전해 커패시터는 병렬로 연결되는 것이 좋음 (커패시터가 병렬로 연결이 되면서 ESR 감소)

4) Catch Diode

- 스위치가 off 됐을 때, return path를 제공하기 위해 필요함.
- 빠른 스위칭 속도, 낮은 forward 전압 때문에 쇼트키 다이오드가 가장 효율이 좋음.

7. Adjusted Output Voltage Version

ADJ 모드에서는 FEEDBACK 단자를 저항 분배의 중간지점에 연결해야 함.



소자 선정하기!

* 설계 스펙

- 만들고자 하는 V_{out} : 10V
- 입력 전압 : 25V
- 최대 부하 전류 : 3A
- 스위칭 주파수(IC 내부 오실레이터) : 52KHZ

100K 이상의 저항은 사용하지 말것!

-> 노이즈 문제 유발

1) 저항값 구하기

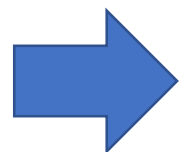
$$V_{OUT} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

$$R_2 = R_1 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right)$$

where

$V_{REF} = 1.23 \text{ V}$, R_1 between 1 k and 5 k

$R_1 = 1\text{K}$ (임의로 선정)



$R_2 = 7.15\text{K}$

2) 인덕터 선정

E : 인덕터에 걸리는 전압, T : μs 단위

$$E \cdot T = (V_{IN} - V_{OUT}) \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \cdot \frac{1000}{F \text{ (in kHz)}} (V \cdot \mu\text{s})$$

$$E \cdot T = (25 - 10) \cdot \frac{10}{25} \cdot \frac{1000}{52} = 115 \text{ V} \cdot \mu\text{s}$$

$$E \cdot T = 115 \text{ V} \cdot \mu\text{s} \quad I_{LOAD(\text{Max})} = 3 \text{ A}$$

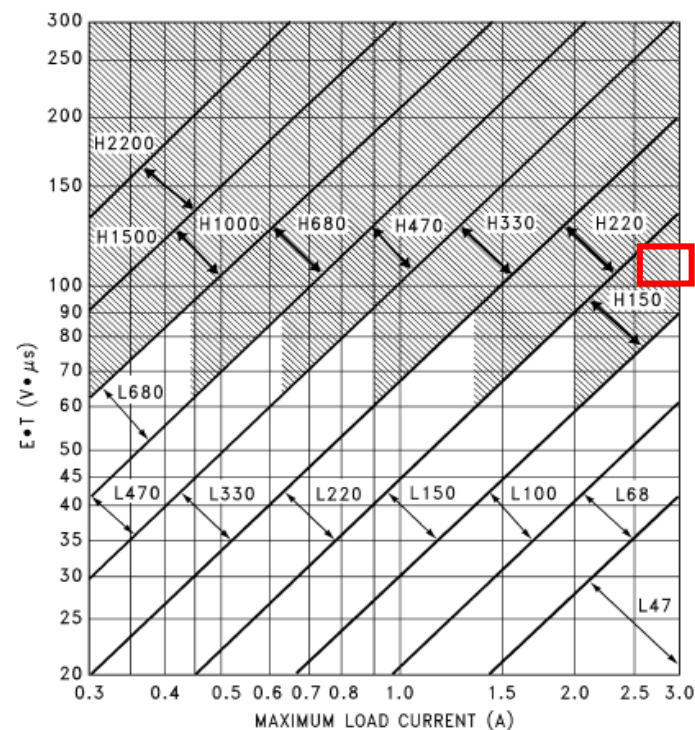
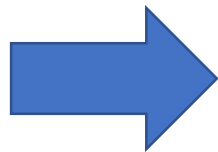


Figure 31. LM2576(HV)-ADJ

3) Cout 선정

Cout 커패시터와 인덕터는 pole-pair(용량성 <-> 유도성 극성이 대비됨) 이룸

$$C_{OUT} \geq 13,300 \frac{V_{IN(Max)}}{V_{OUT} \bullet L(\mu H)} (\mu F)$$

Cout 커패시터의 내압은 출력 전압의 적어도 1.5배 이상 이어야 한다.

=> 10V 출력 전압이라면, 적어도 15V 내압을 가진 커패시터를 사용해야 함.

$$C_{out} = 222\mu F$$

안정적인 동작을 위해 계산 결과보다 2~4배 정도 큰 용량 값을 선정함

$$C_{OUT} \geq 680 \mu F$$

4) Catch-diode 선정

3A

- cath 다이오드의 전류 current rating 은 최대 부하 전류보다 1.2배 커야함

5) Input Capacitor (Cin)

- 알루미늄 또는 탄탈 bypass 커패시터 레귤레이터에 최대한 가깝게 배치해야 함.

=> 인덕턴스 성분을 줄여서 안정성을 위함.

8. LM2576-ADJ



R16 값에 따라 DC 성분이 바뀐!

R16 값을 조절해서 12V를 맞추!

