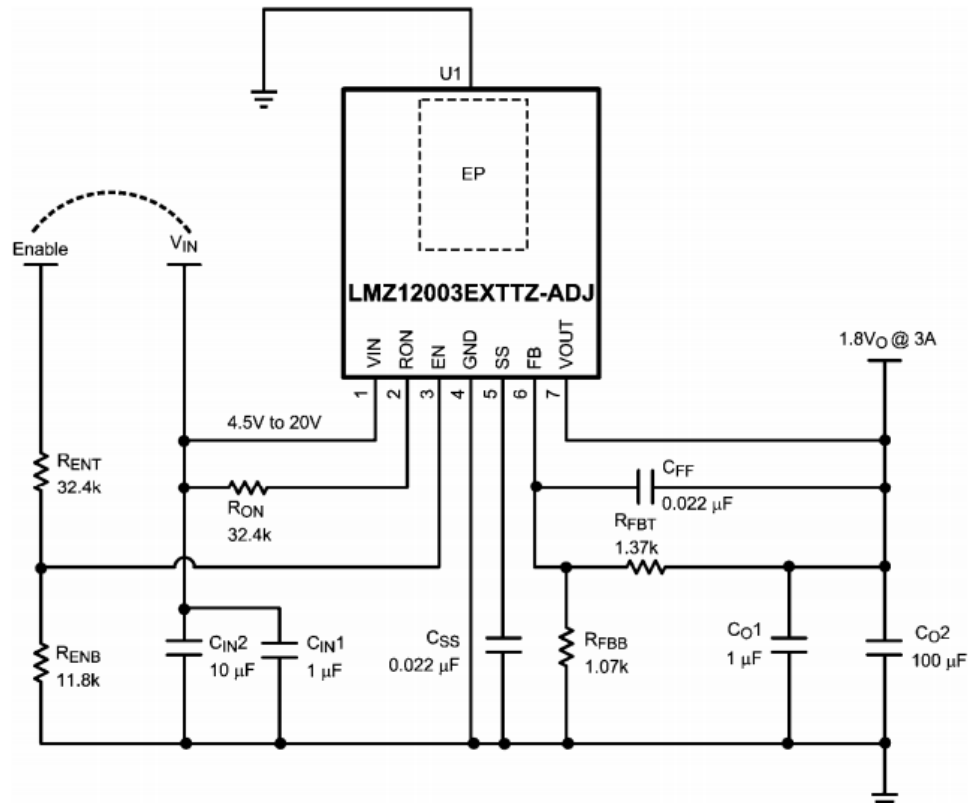


对于易电源产品,工程师可能对于它来说是有爱有恨的产品,爱的是它确实能够很好的满足我们的设计要求,恨的是我们在设计中失去了一些乐趣,(工程师可能天生爱给自己挑战),易电源能过做到的太多,以至于我们会在设计完成之后失去一些成就感.

下面开始按照 lm12003 的 datasheet 设计指导开始 12v-1.8v 3.3A 工作频率 400khz dc 降压电源设计:

Spec 参考线路



1. 元器件参数选型以及设计

(1) 输入 enable 分压电阻选择

根据 spec enable 阈值电压为 1.18v, 为了保证芯片能够正常开启, Ven 应该满足下面的公式

$$RENT / RENB = (VIN_{UVLO} / 1.18V) - 1 \quad (1)$$

我们设定 Uvlo 为 4.5v, 根据 spec 推荐 Renb=11.8K, Rent=32.4K

即当输入电压大于 4.5v 是, 芯片正常开启工作。

(2) 输出电压设定

ic 的反馈参考电压为 Vf=0.8V, 则输出电压与输出分压电阻之间的关系应该满足:

$$VO = 0.8V * (1 + RFBT / RFBB) \quad (2)$$

我们这里的输出电压为 1.8v, 分压电阻的推荐值为 1k—10K 之间, 所以我们这里取 Rfbb=1.07k,

RFBT=1.37K.

Rfbt 两端会并联一颗电容, 为了提高动态响应的表现, css 的值 (不明白计算原理, 只能参考 spec)

(3) 软启动时间设定

LM12003 N 内部有一个 8ua 的电流源在芯片启动的时候向外部 CSS 充电, 电容充电时间满足下以下

$$\text{要求: } t_{SS} = VREF * CSS / I_{SS} = 0.8V * CSS / 8\mu A \quad (3)$$

当取 C_{ss} 为 $0.022\mu\text{f}$ 时, $T_{ss}=2.2\text{ms}$

(4) 输出电容应该满足最坏的动态响应要求, 即下面要求:

$$C_O \geq I_{STEP} * V_{FB} * L * V_{IN} / (4 * V_O * (V_{IN} - V_O) * V_{OUT_{TRAN}}) \quad (\text{不知道基于什么推算})$$

$$C_O = 3\text{A} * 0.8 * 6.8\mu\text{H} * 12\text{V} / (4 * 1.8\text{V} * (12 - 1.8) * 1.8 * 0.05) = 27.01\mu\text{f}$$

注意: 我这里的动态响应是按照 5% 的要求来计算的, 实际上应该表现会更好。这里选这 $C_O=100\mu\text{F}$, 另外加上一个 $1\mu\text{f}$ 的滤波电容。

(5) 输入电容选择

输入电容的放置是为了减小输入电流纹波, 因此对于输入电容的要求 (最小输入电容):

$$C_{IN} \geq I_O * D * (1 - D) / F_{SW} - CCM * \Delta V_{IN}$$

$$C_{IN} = 3 * 0.15 * 0.85 / 400\text{K} * 12 * 1\% = 9.5\mu\text{F}$$

因此这里选择 $10\mu\text{f}$ 电容, 以及一个 $1\mu\text{f}$ 的滤波电容 (由于输入电压比较高, 所以在这里要足以输入电容的耐压值)

(6) 开关频率以及工作模式确定

$$\text{开关频率与 } R_{on} \text{ 的关系 } F_{SW}(\text{CCM}) \approx V_O / (1.3 * 10^{-10} * R_{ON})$$

我们这里设定开关频率为 400K , 那么 $R_{on}=34.6\text{k}$

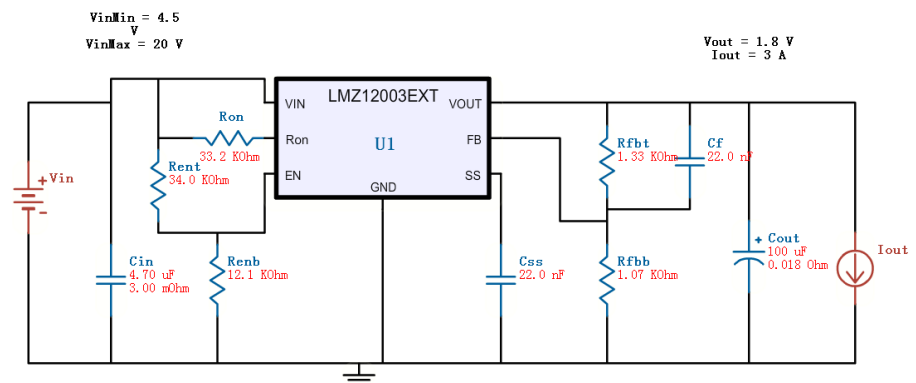
2. 原理图设计以及仿真

原理图设计采用 TI 自家工具, webench,

(1) 输入设计参数

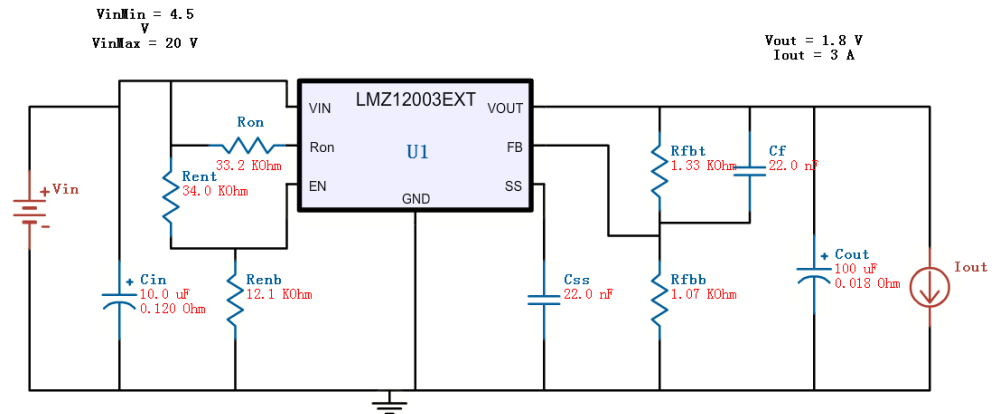


(2) 得到原理图



(3) 根据第一部分中计算的参数对参数 进行修改

Cin 改为 10 uf ，软件中得到的大部分数据都是与之前的设计相符合，而且加上线路本身的元器件非常少，所以我们需要做的修改并不是很多。



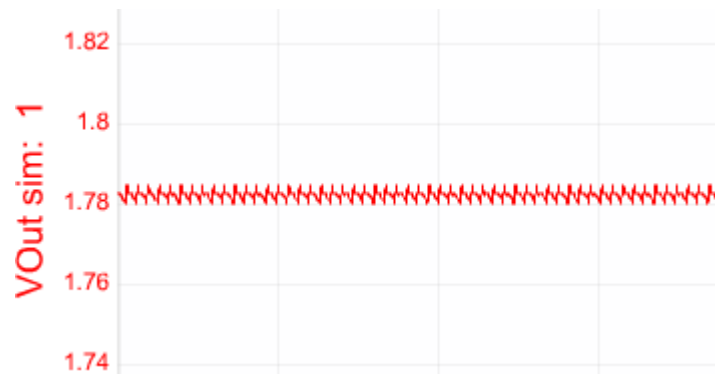
(4) bom 表

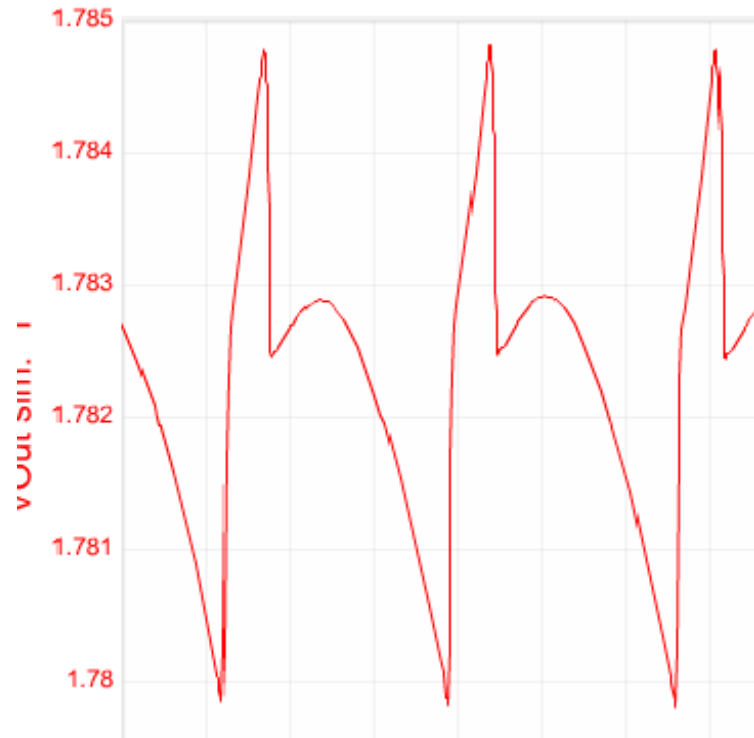
可以直接通过 webench 导出 excel bom 表

零件	制造商	零件编号	数量	价格	属性	覆盖面积
Cf	Yageo America	CC0805KRX7R9BB223	1	\$0.01	Cap=22nF, ESR=0Ohm, VDC=50V	7
Cin	Panasonic	EEZA1J100P	2	\$0.56	Cap=10uF, ESR=0.120Ohm, VDC=63V	80
Cout	Kemet	T520B107M006ATE018	1	\$0.56	Cap=100uF, ESR=0.0180Ohm, VDC=6.3V	17
Css	Yageo America	CC0805KRX7R9BB223	1	\$0.01	Cap=22nF, ESR=0Ohm, VDC=50V	7
Renb	Panasonic	ERJ-6ENF1212V	1	\$0.01	Resistance=12.1KOhm, Tolerance=1%, Power=0.125W	7
Rent	Panasonic	ERJ-6ENF3402V	1	\$0.01	Resistance=34KOhm, Tolerance=1%, Power=0.125W	7
Rfbb	Panasonic	ERJ-6ENF1071V	1	\$0.01	Resistance=1.07KOhm, Tolerance=1%, Power=0.125W	7
Rfbt	Panasonic	ERJ-6ENF1331V	1	\$0.01	Resistance=1.33KOhm, Tolerance=1%, Power=0.125W	7
Ron	Panasonic	ERJ-6ENF3322V	1	\$0.01	Resistance=33.2KOhm, Tolerance=1%, Power=0.125W	7
U1	Texas Instruments	LMZ12003EXTTZ/MOPB	1	\$12.50		199

3 仿真及其波形

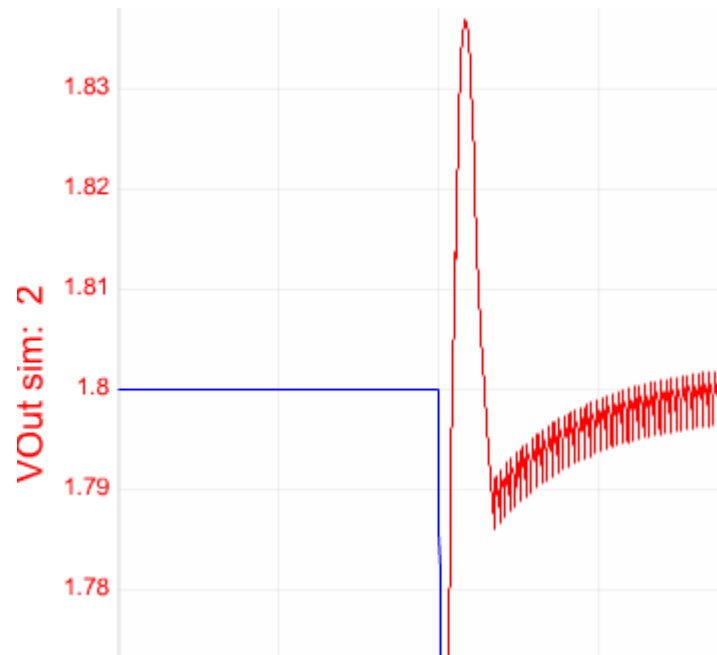
(1) 稳态仿真波形





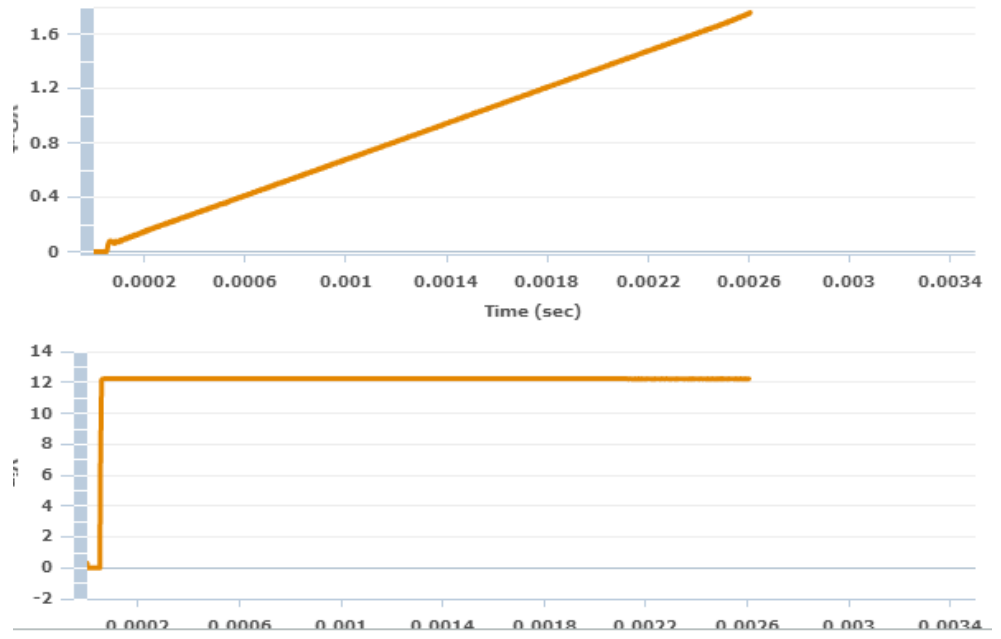
从仿真结果来看，输出电压比设定电压小 20mv，输出电压 pk-pk 值为 5mv

(2) 动态响应仿真波形



从图中可以看出，其 overshoot 约为 5mv

(3) 启动波形仿真



从仿真结果来看启动时间约为 2.6ms，与设计 的 2.2 ms 相差无几。

4.pcb 设计

PCB DEMO BOARD 参考设计

