

Buck (TPS54160)

TI-PMLK WEBENCH 实验 1

准备工作

在开始本实验之前，请阅读 [TI-PMLK BUCK 实验手册](#)，预习实验手册中的**案例研究**和**理论背景**部分。请参考 [TI-PMLK BUCK 实验板](#) 来设置对应的 WEBENCH 设计方案。为了使用 WEBENCH，您需要在 my.ti.com 登录或注册 myTI 账号。

实验目标

本实验的目标是分析降压型（Buck）稳压器的效率与输入与负载、以及开关频率之间的关系。我们将使用 **WEBENCH** 电源设计工具来得到分析和仿真结果，以便与您的 **TI-PMLK** 实验板的实验结果进行比较。

测试 1:

分析当开关频率为 250kHz 时输入电压和负载电流对效率的影响。将实验得到的效率与理论计算的结果进行比较。

计算公式

理论效率值通过下式计算：

$$\eta_{\text{theo}}\% = P_{\text{OUT}} / (P_{\text{OUT}} + P_{\text{loss}}) \times 100$$

其中， $P_{\text{OUT}} = V_{\text{OUT}} * I_{\text{OUT}}$ ，

$$P_{\text{loss}} = P_{\text{MOS,c}} + P_{\text{MOS,sw}} + P_{\text{MOS,g}} + P_{\text{diode}} + P_{\text{L,w}} + P_{\text{L,c}} + P_{\text{Cin}} + P_{\text{Cout}} + P_{\text{IC}}$$

以上计算公式根据 **TI-PMLK** 实验指导书理论背景部分中给出的损耗计算公式得到。

实验步骤

- 1. 点击此[链接](#)，在 [WEBENCH®电源设计工具](#)中打开 TPS54160 的设计方案。
请注意：要使用 WEBENCH，您需要登录或注册一个 myTI 账号，您可以在 [my.ti.com](#) 网页上进行注册。

您将在 WEBENCH 中看到已经预先为本实验设置好的电路，如图 1。我们注意到此设计方案中电路板面积（Footprint）和元器件成本（BOM cost）显示为 NA，原因是为了与 PMLK 实验板上的电路保持一致，本设计的原理图中使用了自定义的元器件。

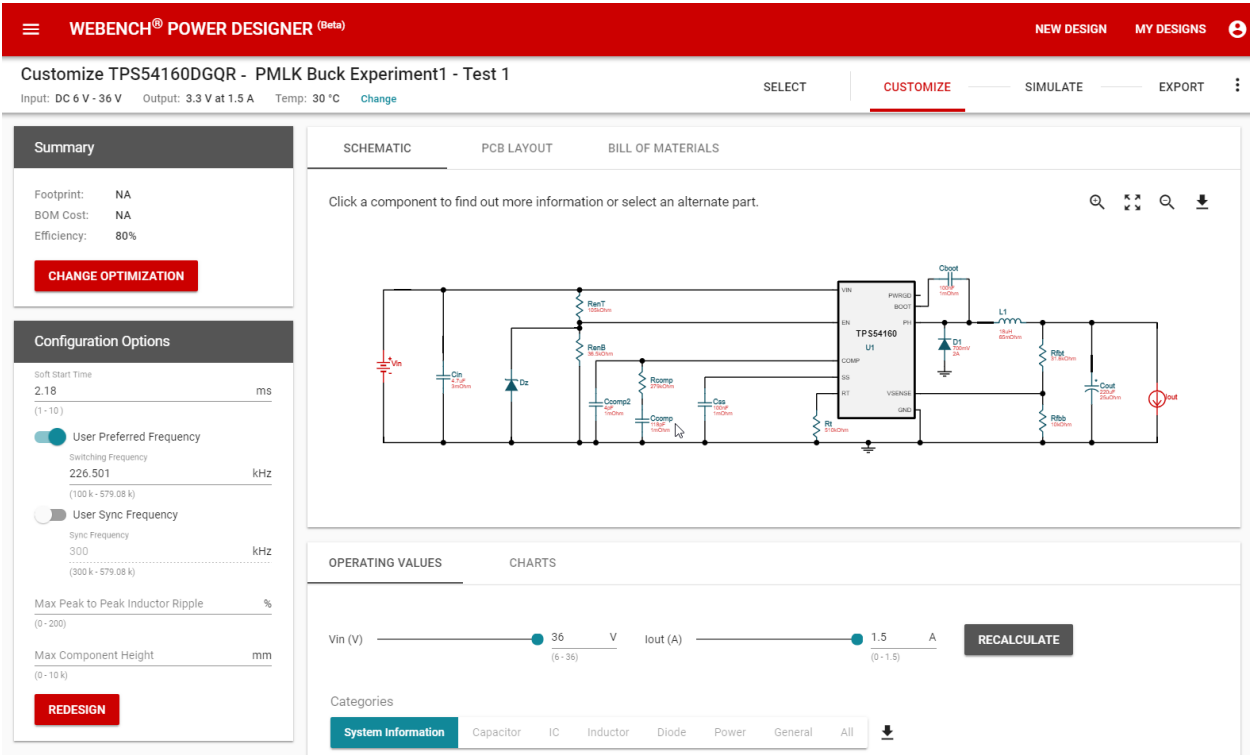


图 1

在 WEBENCH 电源设计工具的 CUSTOMIZE 页面中，您可以找到 “OPERATING VALUES” 标签。

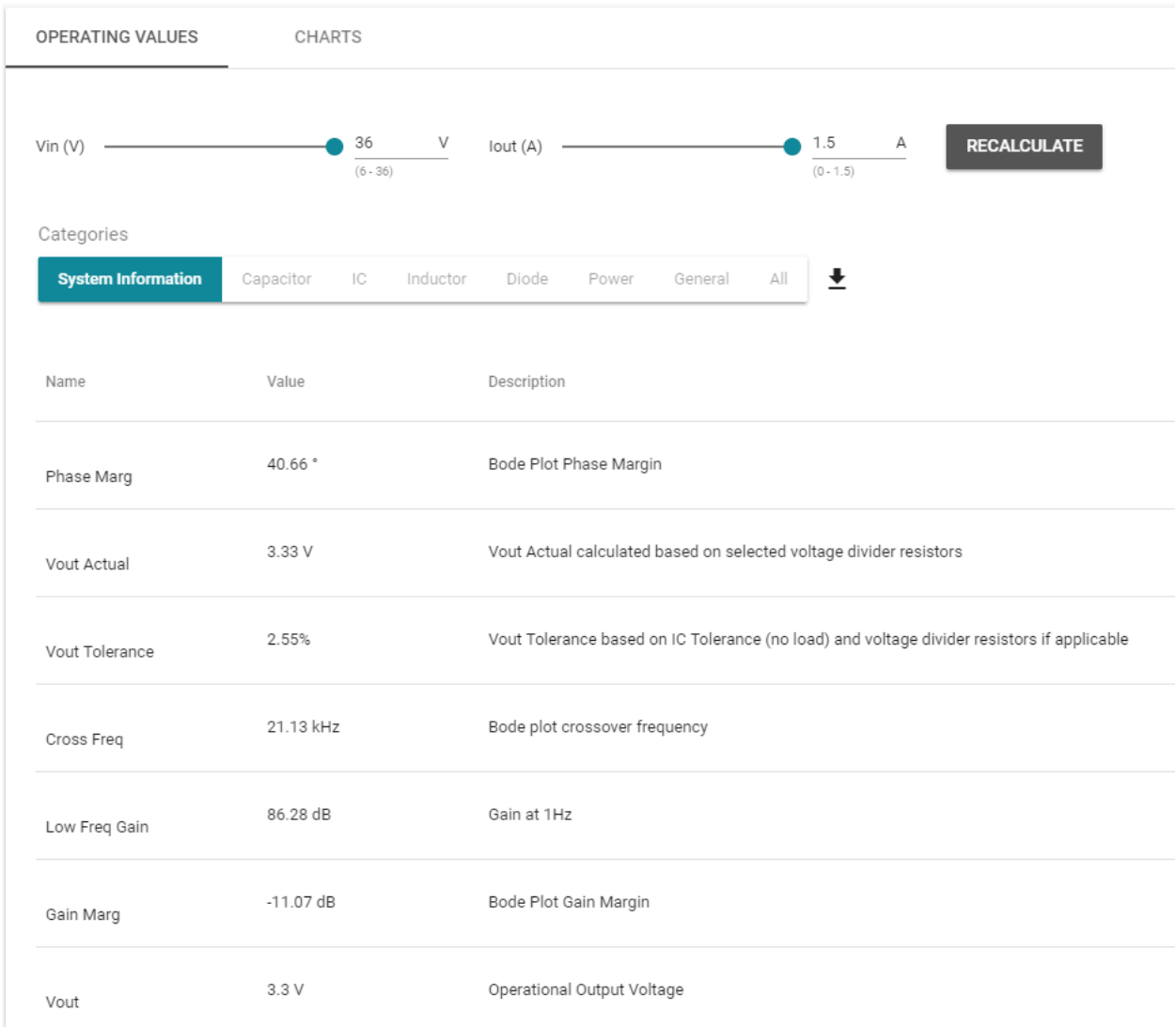


图 2

在“System Information”标签下，您可以找到效率值（Efficiency）。若想查看在 Vin 为 6V，Iout 为 0.1A 时的效率，可以按照图 3 所示，移动滑动条或者直接在文本框中输入想要设定的值，然后点击“RECALCULATE”。

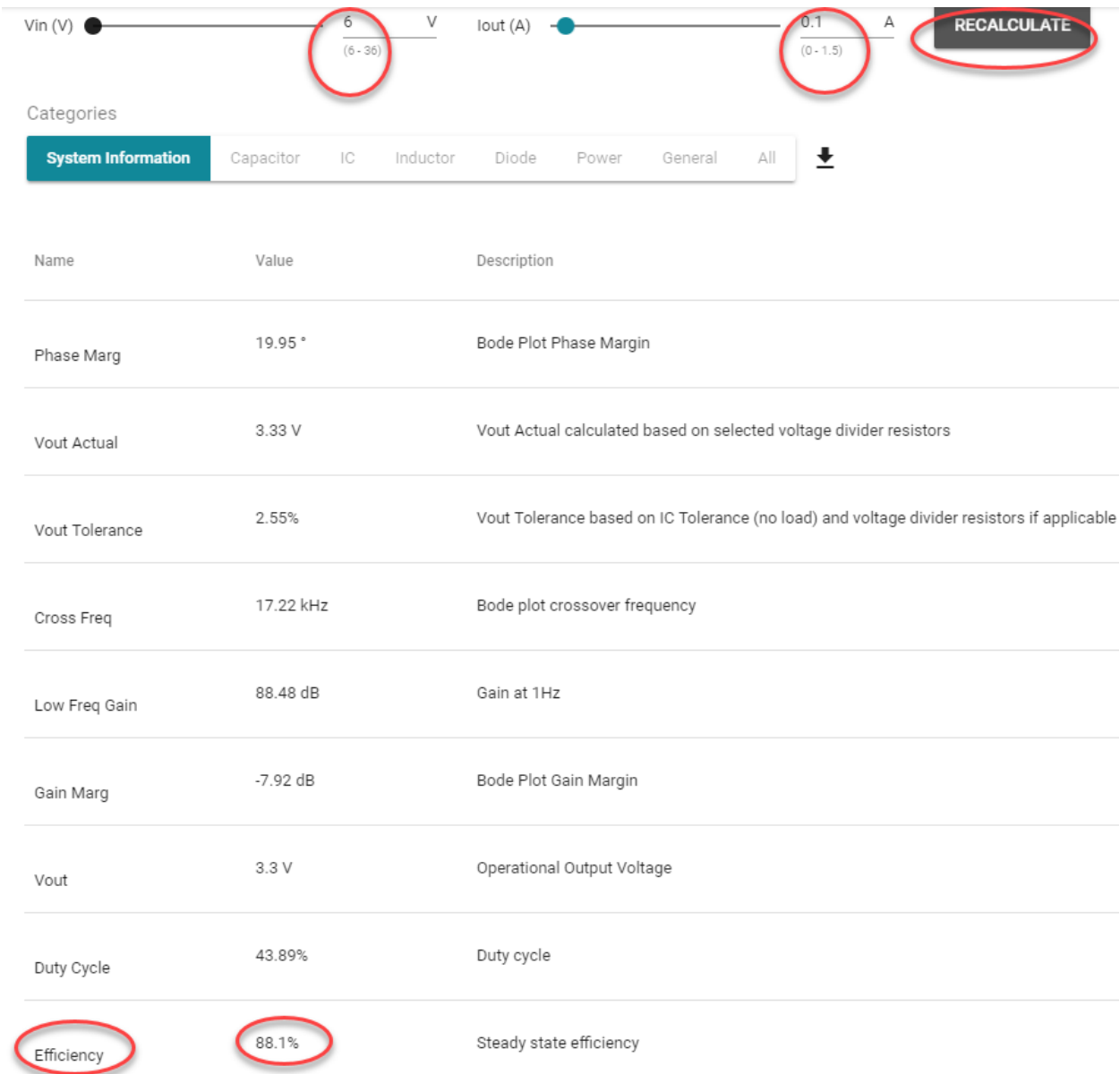


图 3

向下拉动滚动条，可以从 **Operating Values** 表格中找到效率值（**Efficiency**），如图 3 所示。将找到的效率值记录在表 1 中。将这个值与通过公式计算得到的效率进行比较。

| 开关频率 250kHz 时的实验结果 | 实验效率/理论效率 (%) | 0.1A | 0.2A | 0.5A | 1A | 1.2A | 1.5A |
|-----------------------------|---------------|------|------|------|----|------|------|
| V_{in} = 6V | 实验效率 | | | | | | |
| | 理论效率 | | | | | | |
| V_{in} = 24V | 实验效率 | | | | | | |
| | 理论效率 | | | | | | |

表 1: 开关频率为 250kHz 时 TPS54160 的实验效率 vs 理论效率

重复上面步骤，改变运行条件，将每组输入电压和负载电流条件下的效率值填入表 1 中。

记录 **Operating Values** 表格中的 **Duty Cycle**、**I_{in Avg}**、以及 **L Ipp**，如图 4 所示。将这些数据带入 **TI-PMLK** 实验指导书的理论背景部分所给出的公式中。

| | | |
|------------|------------|---|
| Duty Cycle | 43.89% | Duty cycle |
| Efficiency | 88.1% | Steady state efficiency |
| Frequency | 247.63 kHz | Switching frequency |
| IC Tj | 31.36 °C | IC junction temperature |
| ICThetaJA | 62.5 °C/W | IC junction-to-ambient thermal resistance |
| L Ipp | 263.98 mA | Peak-to-peak inductor ripple current |
| L Pd | 880 µW | Inductor power dissipation |
| IC Pd | 21.74 mW | IC power dissipation |
| Diode Pd | 21.95 mW | Diode power dissipation |
| D1 Tj | 30.55 °C | D1 junction temperature |
| Pout | 330 mW | Total output power |
| Iin Avg | 62.43 mA | Average input current |
| | 0 A | Peak switch current in IC |

图 4

测试 2

将开关频率从 250kHz 更改为 500kHz，并分析在 500kHz 时输入电压和负载电流对效率的影响。将实验得到的效率值与理论计算进行比较。

计算公式

根据下式计算 Buck 转换器的理论效率值：

$$\eta_{\text{theo}}\% = P_{\text{OUT}} / (P_{\text{OUT}} + P_{\text{loss}}) \times 100$$

其中， $P_{\text{OUT}} = V_{\text{OUT}} * I_{\text{OUT}}$,

$$P_{\text{loss}} = P_{\text{MOS,c}} + P_{\text{MOS,sw}} + P_{\text{MOS,g}} + P_{\text{diode}} + P_{\text{L,w}} + P_{\text{L,c}} + P_{\text{Cin}} + P_{\text{Cout}} + P_{\text{IC}}$$

以上计算公式根据 **TI-PMLK** 实验指导书理论背景部分中给出的损耗计算公式得到。

实验步骤

点击此[链接](#)，在 [WEBENCH®电源设计工具](#)中打开 TPS54160 的设计方案，其中 $V_{\text{out}}=3.3\text{V}$ ， $F_{\text{sw}}=500\text{KHz}$ 。

请注意：要使用 WEBENCH，您需要登录或注册一个 myTI 账号，您可以在 [my.ti.com](#) 网页上进行注册。

您将在 WEBENCH 中看到已经预先为本实验设置好的电路。

按照与测试 1 相同的步骤记录不同 V_{in} 和 I_{out} 条件下的效率值，将其填入表 2。

| 开关频率 500kHz 时的实验结果 | 实验效率/理论效率(%) | 0.1A | 0.2A | 0.5A | 1A | 1.2A | 1.5A |
|-----------------------------|--------------|------|------|------|----|------|------|
| V_{in}= 6V | 实验效率 | | | | | | |
| | 理论效率 | | | | | | |
| V_{in} = 24V | 实验效率 | | | | | | |
| | 理论效率 | | | | | | |

表 2：开关频率为 500kHz 时 TPS54160 的实验效率 vs 理论效率

将 **Operating Values** 表格中的 **Duty Cycle**、**I_{in} Avg**、以及 **L I_{pp}** 也记录下来。将这些数据带入 **TI-PMLK** 实验指导书的理论背景部分所给出的公式中。