

实验报告

姓 名: _____ 学 号: _____

课程名称: _____ 电力电子技术

实验名称: _____ 实验 3 降压斩波电路性能的研究

实验室名称: _____ K334

实验台号: _____ 4 实验日期: _____ 2025 年 11 月 11 日

同 组 人: _____

报告总分数: _____

教师评语:

助教签字: _____

教师签字: _____

日 期: _____

一、实验目的

通过在降压斩波（Buck）电路实验平台进行实验，结合电路性能的测试与分析，进一步认识“伏秒平衡”和“LC 滤波”的基本原理和性能，系统掌握降压斩波电路的性能。

二、实验内容

- 无 LC 滤波环节的降压斩波电路，输入电压一定时，平均输出电压与占空比的关系如数据表 3-1。

表 3-1 无 LC 滤波环节时，输出电压与占空比的关系 ($f=2000\text{Hz}$)

输入电压 U_{in} (V)	占空比 D (%)	平均输出电压 U_o (V)
100	0	0
	10	9.610
	20	19.199
	30	28.760
	40	38.350
	60	57.60
	80	76.55
	100	95.45

- 有 LC 滤波环节的降压斩波电路，输入电压一定时，平均输出电压与占空比的关系如数据表 3-2。根据表 3-2，绘制降压斩波电路的 $u_o = f(D)$ 关系曲线；并对比分析与理论值的差异及形成的原因。

表 3-2 有 LC 滤波环节时，输出电压与占空比的关系 ($f=2000\text{Hz}$)

输入电压 U_{in} (V)	占空比 D (%)	平均输出电压 U_o (V)
100	0	0
	10	11.065
	20	20.295
	30	28.395
	40	37.866
	60	57.08
	80	75.65
	100	94.30

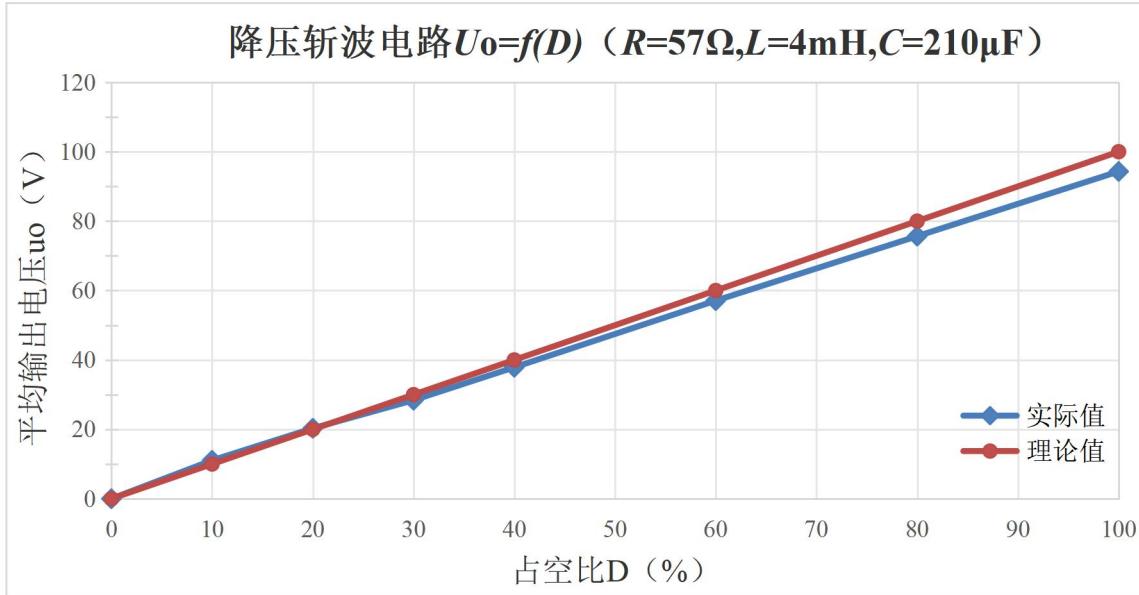


图 3-1 降压斩波电路的平均输出电压与占空比的关系

理论平均输出电压 $U_o = DU_i$, 即当输入电压不变时, 输出电压平均值和占空比成正比。如图 3-1 的红色曲线所示。当输入电压 $U_i=100V$ 不变时, 实际平均输出电压和占空比近似为线性关系, 但是系数略小于输入电压 100V, 约为 93.4V。如图 3-1 的蓝色曲线所示。

两条曲线的差异是由于实际元器件不是理想元器件, 实际开关 IGBT 有导通压降, 实际电感有寄生电阻产生压降, 实际电容有寄生串联电阻产生串联压降, 这些非理想元件的损耗都会导致实际输出电压 $U_o < DU_i$, 即曲线 $U_o = f(D)$ 斜率略小于输入电压 $U_i = 100V$ 。

3. 绘制 $E=100V, f=2000 Hz, L=4mH, C=210\mu F, R_L=57\Omega, D$ 分别为 20%、60%时, 电感电压 u_L 、电感电流 i_L 和输出电压 u_o 波形; 并根据波形分析在电感电流断续和连续两种状态下, 是否满足伏秒平衡?

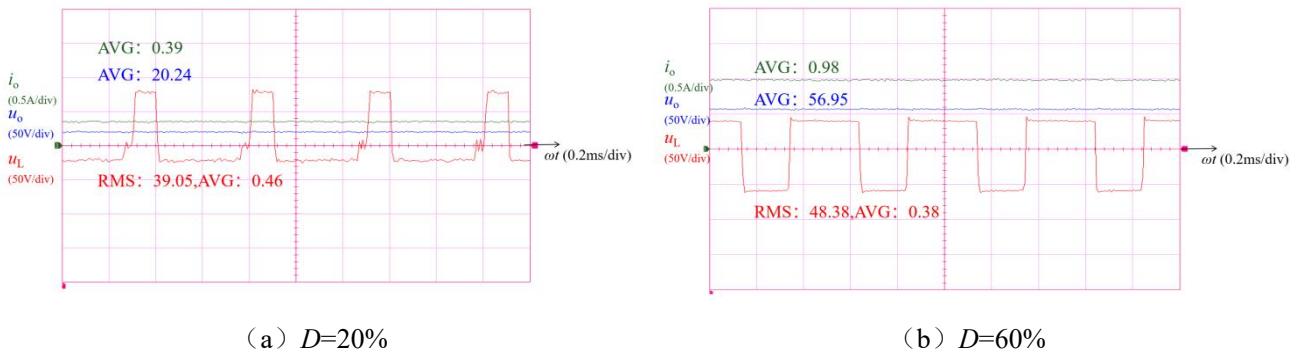


图 3-2 降压斩波电路不同占空比下电感电压、电感电流、输出电压的波形

由图中数据可知, 在占空比为 20% 和 60% 的情况下, 电感两端的电压 u_L 的平均值分别为 0.46V 和 0.38V, 与零值很接近, 说明在电流连续和电流断续两种状态下, 电感两端的电压一个周期内的积分都为零, 都满足伏秒平衡。

4. 降压斩波电路电容值不同时，输出电压的变化如数据表 3-3。绘制滤波电容 C 分别为 0、 $1.5\mu\text{F}$ 、 $5\mu\text{F}$ 、 $210\mu\text{F}$ 时，输出电压 u_o 波形；并对比分析滤波电容对输出电压 u_o 的影响。

表 3-3 电容值对输出电压的影响 ($E=100\text{V}$, $D=60\%$, $L=4\text{mH}$)

电容值 (μF)	最大输出电压 (V)	输出电压纹波 (V)	平均输出电压 (V)
0	86.47	65.39	56.95
1.5	86.47	56.77	56.98
5	68.38	21.19	56.98
210	58.8	4.31	56.91

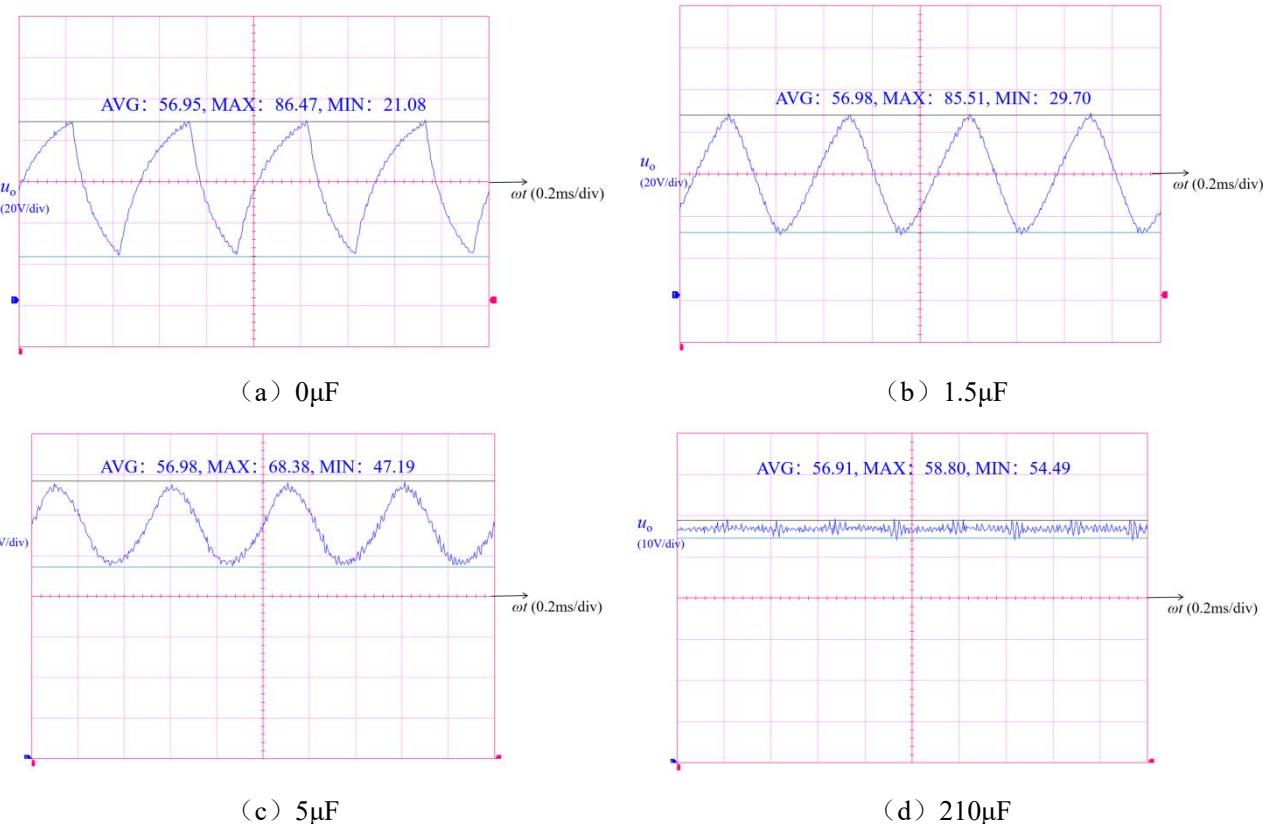


图 3-3 不同电容值对降压斩波电路平均输出电压的影响

由数据和波形图可以看出，对于阻性负载，电容值越大，输出电压纹波越小，最大值越接近平均值，输出电压波形越平滑稳定。这是因为滤波电容能起到对输出电压滤波的作用，降低输出电压和电流的纹波。

三、实验体会与建议

实际元件特性不理想会导致实际输出与理论输出产生一定的偏差。