

浙江大学



课程： 电力电子技术

题目： 单相正弦波（SPWM）逆变电路

姓名： 边玥心

学号： 3170103500

班级： 自动化 1703

指导教师： 杜丽

完成时间： 2020/06/28

一、实验目的

熟悉单相桥式 SPWM 逆变电路的工作原理，对工作情况及其波形作全面分析，并研究正弦波的频率和幅值及三角波载波频率的关系

二、实验内容

1. 测量 SPWM 波形产生过程中的各点波形。
2. 测量逻辑延时电路的的延时时间。
3. 观察不同负载时变频电路的输出波形

三、实验设备与仪器

1. MPE-I 电力电子探究性实验平台
2. NMCL-10B 单相 SPWM 逆变实验箱
3. NMCL-03D 可调电阻
4. 万用表
5. 示波器

四、实验电路

图 3-1 为单相 SPWM 逆变实验线路。有 SPWM 逆变主电路（由整流电路、4 个 IGBT 组成的全桥电路等组成），SPWM 波形发生器，DLD 逻辑延时，FA 限流保护，IR2110 驱动电路等电路组成。

五、实验结果与分析

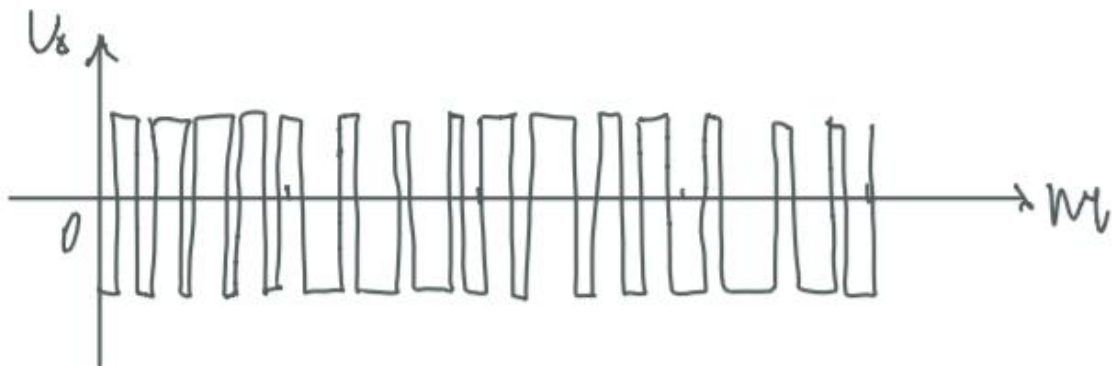
5.1 SPWM 波形的观察。

(1) 正弦波幅值范围：0-4.1V；频率范围：2.9Hz-53.2Hz

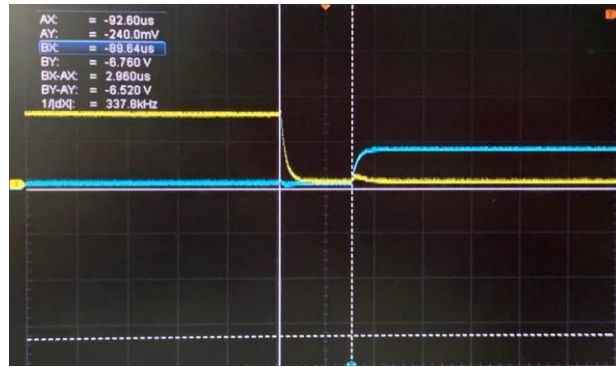
(2) 三角波频率范围：1.95kHz-11.00kHz

由于要经过三角形与正弦波波形进行比较后得到 SPWM 波，故三角波的频率要远大于正弦波频率

(3) SPWM 波形：



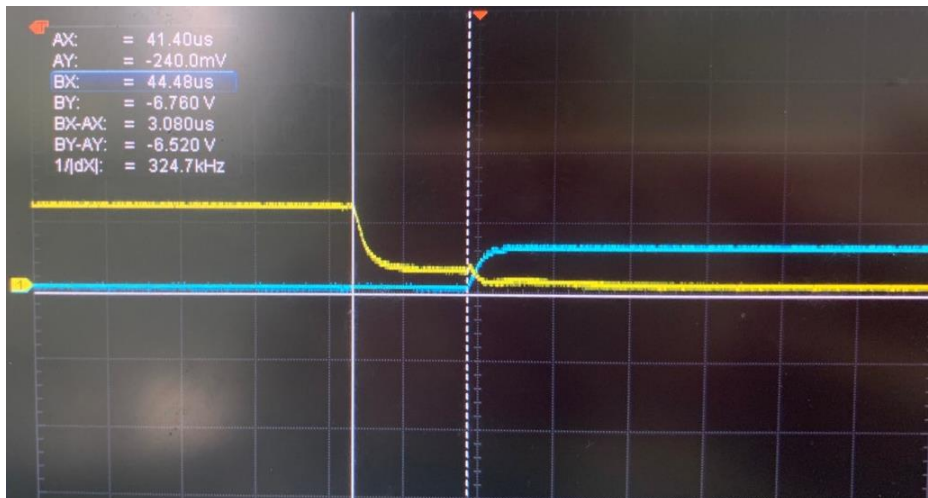
5.2 逻辑延时时间的测试



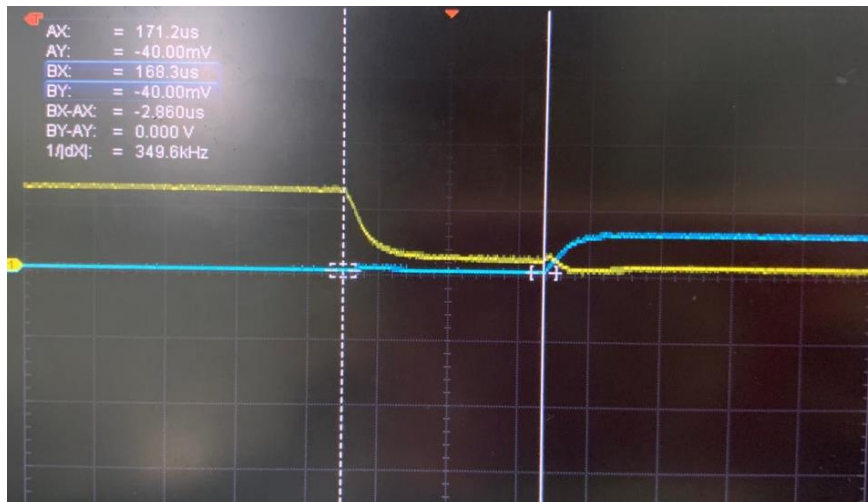
可知逻辑延时时间 $T_d=2.960\mu s$

5.3 同一桥臂上下管子驱动信号死区时间测试

G1-G2：死区时间=3.080us

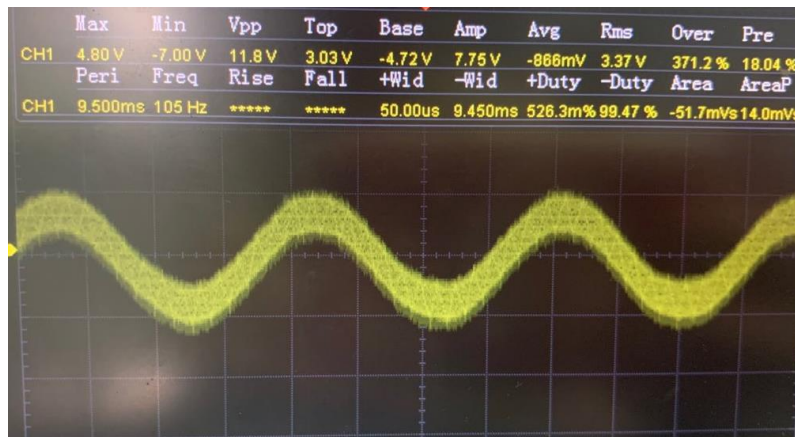


G3-G4：死区时间=2.860us

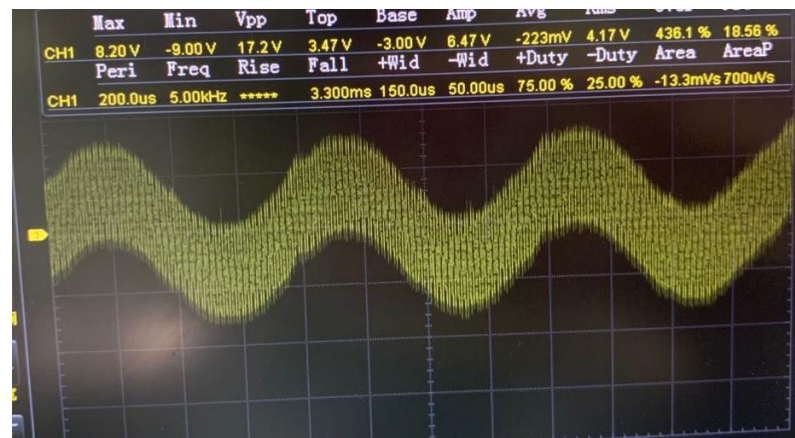


5.4 不同负载时波形的观察

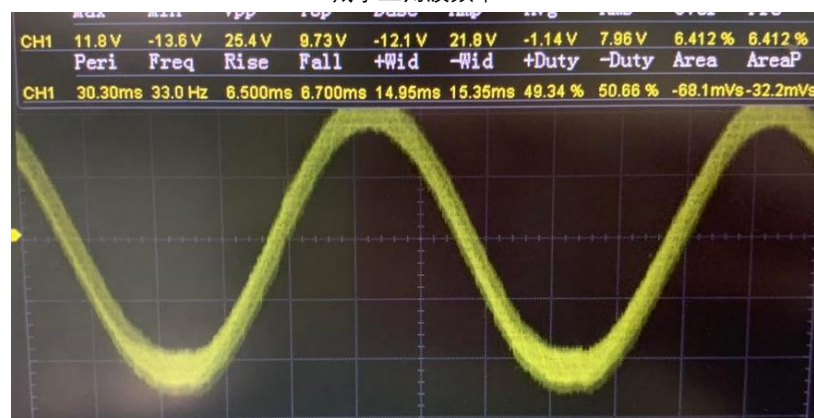
5.4.1 电阻负载



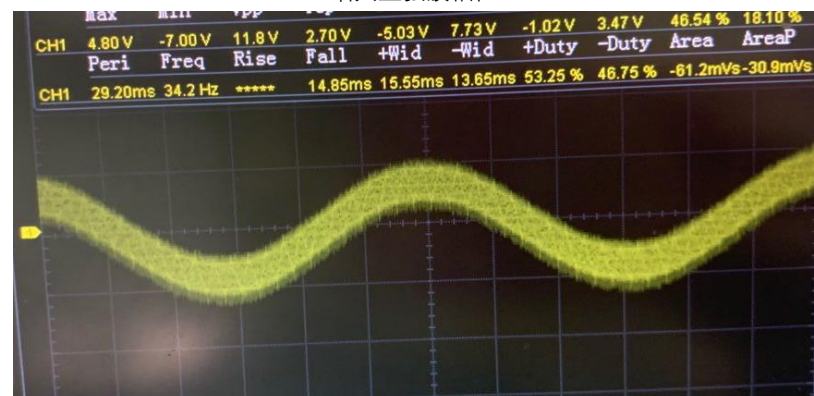
初始状态



减小三角波频率

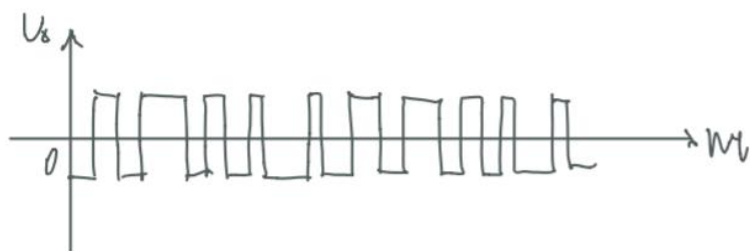


增大正弦波幅值

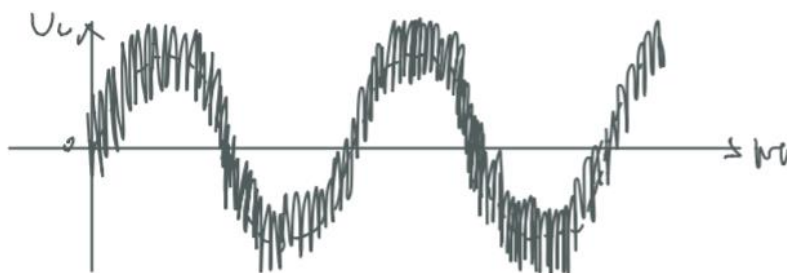


减小正弦波频率

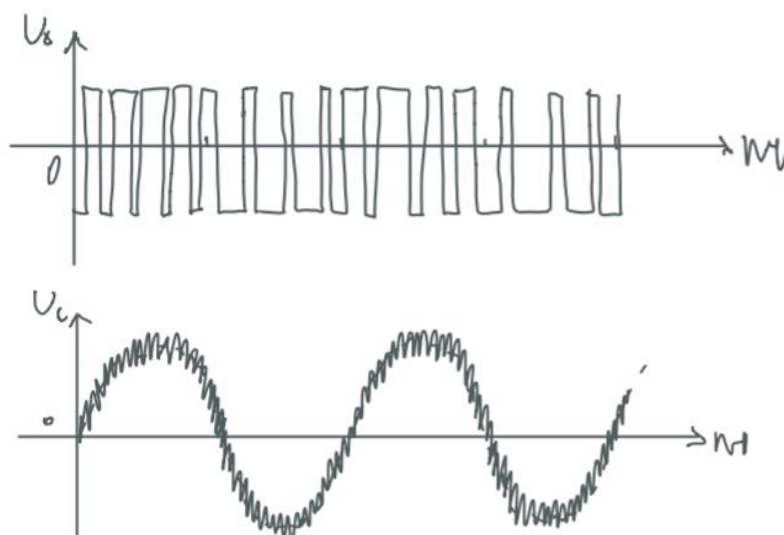
手绘电容两端波形与 SPWM 波：
三角波频率最小时：
电容纹波较大。



Spwm 波形



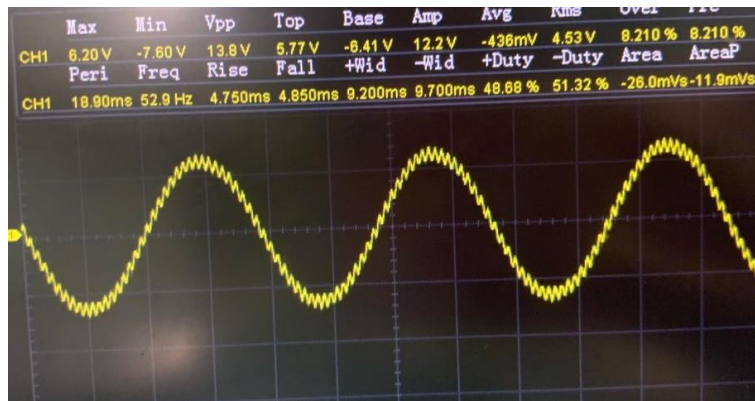
三角波频率最大：电容两端电压纹波变小



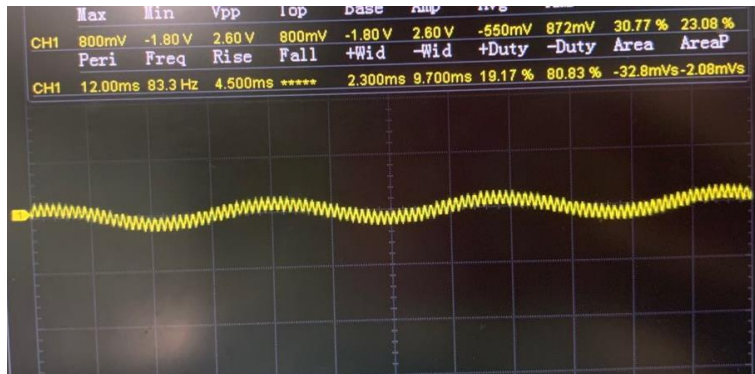
5.4.2 阻感负载



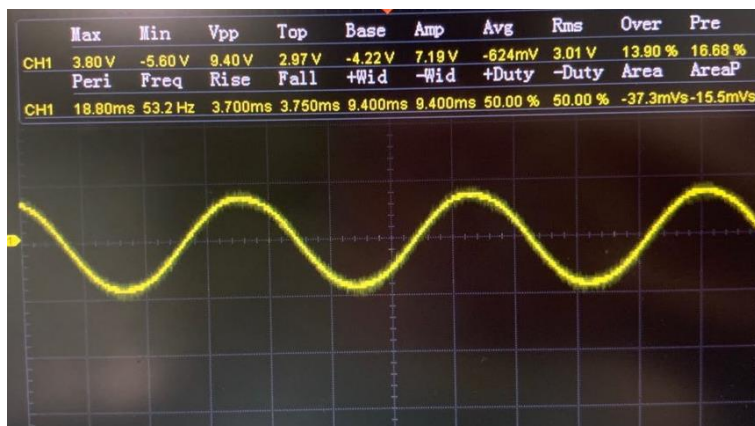
三角波频率最小时



增大正弦波频率



降低正弦波幅值



增大三角波频率

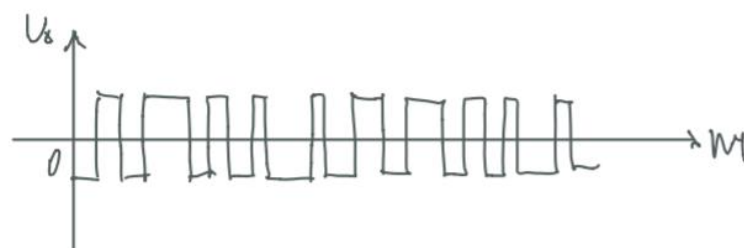
与电阻负载相同的是，调节三角波频率可以改变电容两端电压的纹波大小，三角波频率越大，纹波越小，正弦曲线越光滑；调节正弦波频率可以调节电容电压频率，成正比；调节正弦波幅值可以调节电容两端电压幅值，成正比。

不同的是，一定的三角波频率，电容两端电压的纹波在阻感负载下更小。

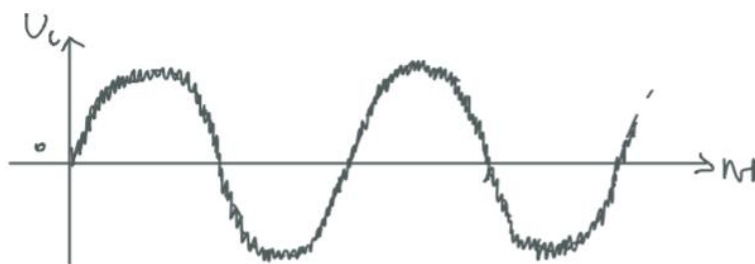
手绘电容两端波形与 SPWM 波：

三角波频率最小时：

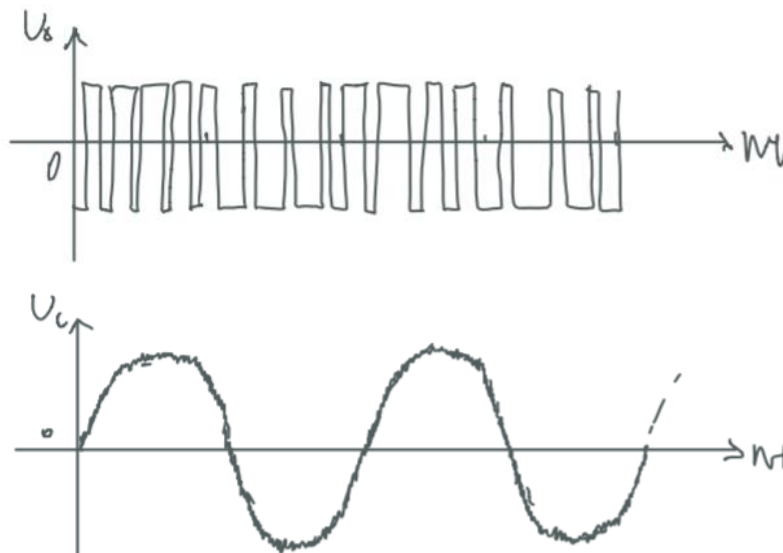
电容纹波较大。



Spwm 波形



三角波频率最大：电容两端电压纹波变小



六、思考题

1. 当调制度 $M > 1$ 后系统能否正常工作？与 $M < 1$ 相比较有何不同？

不能，因为 $M < 1$ 时候，直流电压利用率增加有限，输出电压中会出现大量的低次谐波，输出电压的基波幅值不在与调制度成正比。

2. 为什么要在上下桥臂上加死区时间？如何设置死去时间的大小？

因为电路在工作时，上下桥臂的通断和传递不是瞬间完成的，这会使得同一桥臂的上下开关管可能会出现一方还未关断而另一方桥臂却已经导通。也就是上下开关管同时导通，电路发生短路，电流过大可能会损坏器件。

因此死区时间使得导通信号发生滞后，就不会出现短路的情况了。

3. 逻辑延时有什么作用？

设置逻辑延时就是避免上下桥臂中一方未导通，而另外一方已经导通使得发生电路短路损坏电路器件的情况。

七、实验心得

实验根据实验指导手册进行电路的接线后用示波器观察波形，同时手动调整三角波频率、正弦波频率和幅值，再观察 SPWM 波形的随之变动，更可以理解书上 SPWM 波的形成过程。

其次了解了负载实验中，

(1) 三角波频率、正弦波频率和幅值对电容电压的影响：

调节三角波频率可以改变电容两端电压的纹波大小，三角波频率越大，纹波越小，正弦曲线越光滑；调节正弦波频率可以调节电容电压频率，成正比；调节正弦波幅值可以调节电容两端电压幅值，成正比。

这与 SPWM 波的形成与逆变有关。

(2) 我发现，在阻感负载时，电容两端的电压正弦波纹波会更小。这是因为 RLC 电路对于高次的谐波会有更好的抑制作用。所以纹波会受到抑制。也就是说，阻感负载时，输出的波形会接近理想的正弦波。三角波频率最高，效果越明显。

通过实验，我也加深了对单向正弦波 SPWM 波逆变电路这一块的内容的理解。