

文章编号:1007-2934(2010)02-0050-03

示波器荧光屏不同情况波形显示原理图析

张锐波

(浙江大学城市学院,浙江 杭州 310015)

摘 要: 本文根据示波器显示波形原理,剖析了波形左右移动原因,图解了李萨茹图合成道理,分析了双踪显示李萨茹图形产生 $\frac{1}{4}$ 附加线段缘由,解决了教学中普遍感到疑难、疑惑问题,以供同行与读者借鉴。

关键词: 显示波形原理;整步条件;合成;李萨茹图;异常线段;疑惑问题
中图分类号: O 432. 2 **文献标识码:** A

1 示波管荧光屏显示波形原理

示波器荧光屏显示波形原理已以《示波器电子运动规律与波形显示关系研究》为题作了充分论述。图(1-a)中标注了1、2、3、4、5为不同 $1(2T)$ 、 $2(T)$ 、 $3(1/2T)$ 锯齿波扫描电压周期下,荧光屏上会显示图(4-b)中b、c、d所示的信号电压波形。可以看出扫描电压周期不同,荧光屏显示波形周期也会不同。

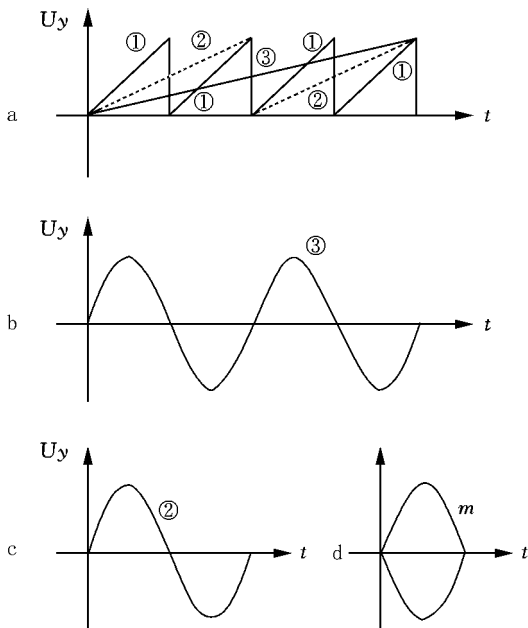


图1 不同扫描周期显示的波形图

2 示波器荧光屏波形显示不稳定性分析

2.1 示波器荧光屏波形显示整步条件

设扫描电压周期 T_x , 信号电压周期 T_y , 当 $T_x = n T_y$ 时, 荧光屏上将出现稳定的信号电压波形, 称其为波形显示整步条件。

2.2 示波器荧光屏波形显示不稳定性分析

当扫描电压周期不等于信号电压周期时, 荧光屏上就会出现左、右移动现象, 这种情况被称为不满足整步条件。

实际上, 在进行示波器调试的过程中, 经常会出现信号电压波形左、右移动现象。当 $T_x = 1 \frac{3}{4} T_y < 2 T_y$ 时 ($n=2$), 锯齿波扫描电压信号第一次从1开始8结束, 第二次扫描自 $8 \left(\frac{7T}{4} \right)$ 开始, 到 $\frac{7T}{2}$ 处结束, 而第三次扫描从第二次结束(即时间轴 $\frac{7T}{2}$) 开始, 到 $\frac{21T}{2}$ 结束, 依此类推, 会出现每次从示波器同一个地方开始波形的初始相位不同, 加之人眼视角暂留效应, 就会从示波器荧光屏上观察到 、 、 峰值依次向右移动的现象, 如图(2-a)所示。

同理, 当 $T_x = 2 \frac{1}{4} T_y > 2 T_y$ 时, 类似向右移

收稿日期: 2010-01-15

动分析,从荧光屏上也会观测到如图(2-b)所示,信号电压波形、依次向左移动的情况。

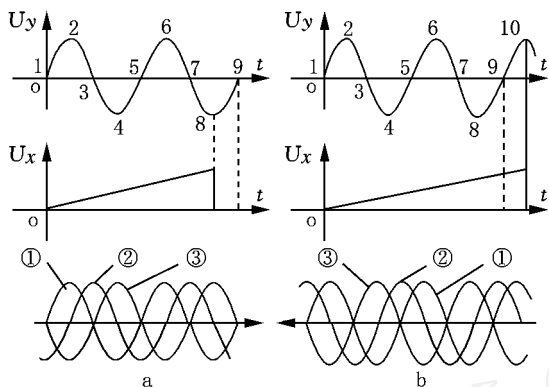


图2 示波器整步条件原理分析

这种情况下,可通过调节电平、锁定或触发旋钮并通过配合调节,都可使波形稳定下来,然后采用可进行相关物理量的测量。

3 双踪显示李萨茹图原理

一个质点若同时参与相互垂直的两个简谐振动,合成振动一般都较为复杂,合成图形也非常难以稳定,只有当两分振动频率(或周期)成整数比时,打在荧光屏上的电子就会形成稳定的有规则的李萨茹图。

设被测信号输入到 CH₂ 通道(加于 y 极板),已知频率输入到 CH₁ 通道(加于 x 极板),为说明双踪显示合成的李萨茹图,电子两互相垂直分运动方程为:

$$x = A_1 \cos(\omega_1 t + \phi_1) \quad (1)$$

$$y = A_2 \cos(\omega_2 t + \phi_2) \quad (2)$$

3.1 不同频率下的李萨茹图合成

假设方程(1)、(2)又分别表示质点对应各自的 x、y 单位圆上做匀速圆周运动, $\omega_y = 1 \text{ rad/s}$,

$\omega_x = \frac{1}{2} \text{ rad/s}$,此时, y 质点转动 1 圈(16 等份点), x 质点转动 2 圈(分别为 0~8 和 8~16 个等份点),过 x、y 圆周各等份点分别做竖直、水平时间轴虚线,虚线相交点即为合成波点,连接各点,便可得到荧光屏显示的若干个静止环——李萨茹图,用水平、竖直环之比即可测量未知信号频率。如图(3)所示,水平为 2 环(x 环质点转 2 圈),垂直为 1 环(y 环质点转 1 圈),水平与垂直环之比

为 2:1,若质点转动频率比不同,就会得到不同的李萨茹图,因此,只要知道已知信号频率,及荧光屏上合成的李萨茹图信息,就可求解未知信号频率,采用公式:

$$\frac{f_y}{f_x} = \frac{n_y}{n_x} \quad (3)$$

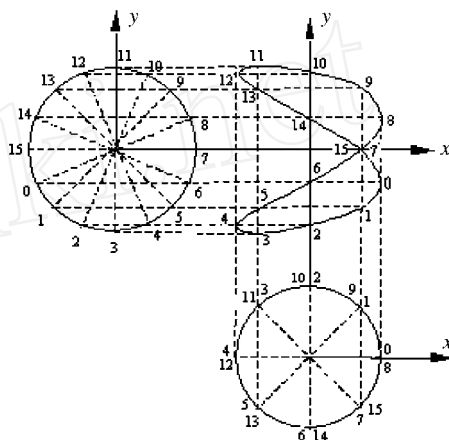


图3 李撒萨茹原理合成图

进行计算,其中, n_y 、 n_x 分别为竖直与水平环个数。

从图 3 可知, y 提供水平信息, x 提供竖直信息,由此还可得出多数教材中测量未知信号频率的另一公式:

$$\frac{f_y}{f_x} = \frac{\text{水平直线与李萨茹图交点(切点)个数}}{\text{垂直直线与李萨茹图交点(切点)个数}} \quad (4)$$

3.2 示波器双踪显示的异常现象解释

在利用 YB434CG 双踪示波器,采用李萨茹图法测量频率时,往往会出现一斜线段。根据(1)、(2)

式,当两电子分运动频率相同时,即 $\omega_1 = \omega_2$,可以推导出电子运动轨迹方程

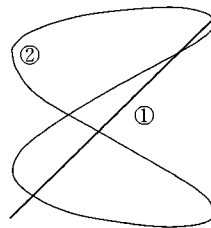


图4 双踪显示波形

$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{2xy}{A_1 A_2} \cos(\phi_2 - \phi_1) = \sin^2(\phi_2 - \phi_1) \quad (5)$$

式(5)为一椭圆方程。双踪状态下,加在 CH₁ (x 极板)通道的已知信号,也同时加在了示波器 y 极板,即在两极板上加有同一信号,除频率相同外,其相

位、振幅也相同,根据公式(5), $\cos(\omega_2 - \omega_1) = 1$, $\sin^2(\omega_2 - \omega_1) = 0$ 得

$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_2^2} - \frac{2xy}{A_1 A_2} = 0 \quad (6)$$

即 $y = \frac{A_2}{A_1} x$, 由此可知, 它为一与 x 轴正向成 45° 线段, 见图(4)中短线。

4 结 论

本文根据示波器显示波形原理:(1)分析了示波波形显示左右移动不稳定原因和应调节的相应旋钮,以满足整步条件 $T_x = nT_y$,使波形稳定;(2)采用单位圆上质点作匀速圆周运动角频率之

关系,分析、图解了李萨茹图合成的道理;(3)通过李萨茹图合成,使之人们明确了应用公式(4)求解未知频率 f_y 的理由;(4)分析了双踪状态下,荧光屏上出现一线段(1)的原因。解决了多年来示波器实验中困惑同行或同学们诸多疑惑和疑难的问题,相信此论文的发表,必将会对培养学生们的创新思维和挖掘创造潜能大有裨益。

参考文献:

- [1] 张锐波,彭永昱,俞诚.示波器电子运动规律与波形显示关系研究[J].大学物理实验,2009.
- [2] 张锐波,刘一夫.声速实验中几个问题的讨论[J].物理实验,2005.

Principle Analysis on the Shape Showing of the Wave on the Oscilloscope Screen under Difference Conditions

ZHANG Rui-bo

(Zhejiang University, Hangzhou 310015)

Abstract: On the basis of principle of the Shape Showing of the Wave on the Oscilloscope Screen, the principle of wave shape shift between left and right is discussed, and the synthesis principle of Lissajous figure is explained through diagrams. This text also analyzes the reasons that Lissajous figure comes into being line with 45° under following up the scent with doubly. The research conclusions in this paper have solved some doubt questions widespread felling in teaching. They also can provide some referrences for some persons of the same occupation and readers.

Key words: the principle of wave shape showing; the conditions of the integrated move; synthesis; Lissajous figure; abnormal line; doubt questions