



用函数发生器建立 脉宽调制 (PWM) 波形

应用指南 1466

引言

脉宽调制 (PWM) 的使用随着数字控制逻辑的增长而增加。脉宽调制为数字控制电路建立了一种与模拟信号控制等同的简易方法。许多微控制器都有内置 PWM 能力。PWM 也用于通信系统，因为数字信号有更强的抗噪声能力。这篇应用指南简要评述 PWM 信号，并介绍如何用函数发生器产生脉宽调制信号。

脉宽调制原理

模拟信号可取任何量值，模拟信号也可用于控制许多电子装置。例如您能用一个调光开关控制一盏灯。调光开关是一个简单的可变电阻器，它在电路中插入阻抗，以减小送至灯的电流量。过剩电流作为热损耗。可变电阻器就是这一应用的简单解决方案。

另一种方法是使用如下图所示的通 / 断开关。

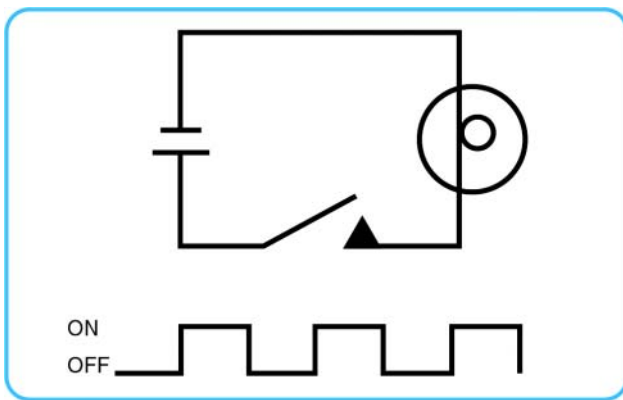


图 1. 用 PWM 控制电灯光度的简单电路

如果您减少开关在“通”位置的时间，灯光将会暗淡。在我们的例子中，电灯在 50% 的时间接通，50% 的时间断开。控制电灯的重复信号分为许多个周期，一个周期就是完成一次循环的时间，即从断到通再到断。该信号可进一步用占空比表征，占空比是“通”时间与周期时间之比。高占空比产生明亮的灯光，低占空比则产生暗淡的灯光。图 1 示出 50% 占空比的例子。

重要的是应了解所产生的光与频率无关。您在图 2 中可看到不同频率的两个波形；两者产生同样的光强。光强与频率无关，但与占空比成正比。

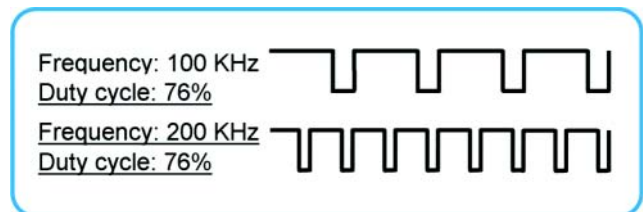


图 2. 具有同样占空比的两个脉冲串

可用于电路控制的频率范围受电路响应时间的限制。在第一个例子中，低频会造成灯光亮度的闪烁。而高频则可能因感性负载而饱和。例如变压器存在有效传输能量的一个有限频率范围。在某些设计中，PWM 频率的谐波（或拍频）会耦合至模拟电路造成有害的噪声。如果您选择正确的频率，受控负载将作为一个稳定器；电灯将继续变亮，动力将使马达平稳地旋转。



Agilent Technologies

产生 PWM 信号

您能把正弦波作为比较器的一个输入,非常容易地产生 PWM 信号。

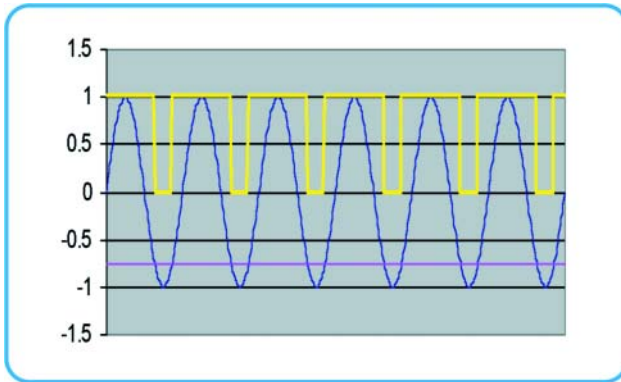


图 3a. 正弦波与 -0.75Vdc 电压比较所产生的 PWM 波形。

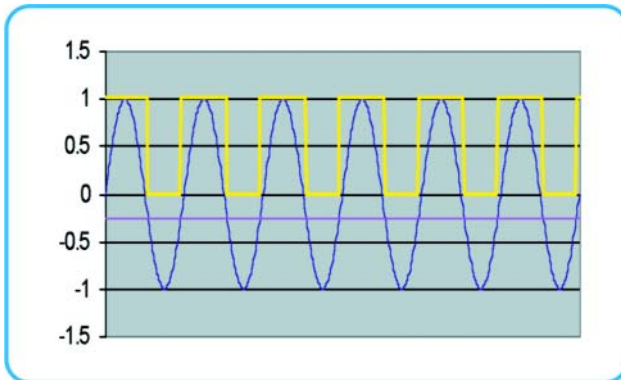


图 3b. 正弦波与 -0.25Vdc 电压比较所产生的 PWM 波形。

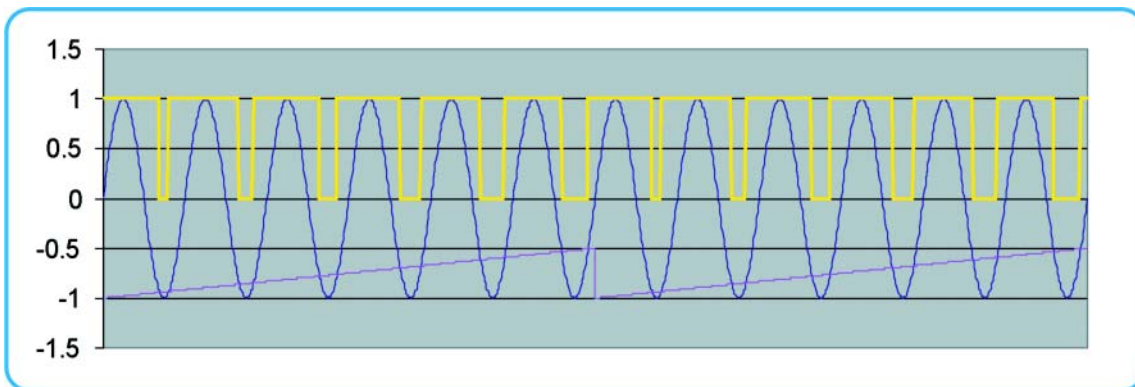


图 3c. 正弦波与线性斜波信号比较所产生的 PWM 波形。

图 3a, 3b 和 3c 示出由馈入比较器的正弦波 (蓝色) 和信号 (红色) 所产生的 PWM 波形 (黄色)。当正弦波大于另一输入信号时,比较器的输出为高。在第一个例子 (3a) 中。我们使用稳态电压 -0.75dcV。由于正弦波在多数时间内都高于另一输入信号,因此所产生的 PWM 波形有高占空比。如果直流电压增加到 -0.25V,所产生 PWM 波形的占空比就较小,如图 3b 所示。最后一个例子 (3c) 示出用斜波作输入信号所产生的 PWM 波形。PWM 波形的占空比随输入的增加而减小。

更好的脉宽调制电路将具有控制调制深度的能力。调制深度可以用脉宽偏移或占空比偏移度量。例如,如果把占空比设置为 10%,偏移设置为 5%,那么占空比将在 5% 和 15% 之间变化。

PWM 的优点

相比模拟控制,脉宽调制有许多优点。用 PWM 使灯光暗淡所产生的热量低于把一些电流转换成热能的模拟控制方法。如果您使用 PWM,控制电路也可以实现数字化,从而不需要数模转换器。数字控制线也会降低电路对噪声的敏感度。最后,使用 PWM 控制的马达可在更低的速度下运转。当您用模拟电流控制马达时,它不能在低速下产生足够的扭矩。小电流所产生的磁场对于转子的旋转太弱了。而 PWM 电流能产生全强度的短脉冲磁通,使转子以极慢的速度旋转。随着低价微控制器融入 PWM 控制,这项技术已变得更为普及。微控制

器提供改变 PWM 控制信号占空比和频率的简单命令。PWM 也用于通信，因为它对数字信号噪声有更高的抗干扰能力。

用函数发生器产生 PWM 波形

使用函数发生器，您能利用不同方法产生各种 PWM 信号。大多数函数发生器允许您使用方波和改变占空比，其变化范围为 20% 至 80%。使用突波模式可得到更高或更低的占空比。您能用突波模式输出方波的一个周期（脉冲），然后在输出下一脉冲前等待一个规定周期。Agilent 应用指南 1407 “如何用函数发生器产生低占空比脉冲” 对此项技术作了说明。用占空比功能和突波模式能很好产生静态 PWM 信号。静态信号是直流电压的 PWM 等价。为得到作为动态信号产物的 PWM 波形，您需要有带任意波形能力或内置 PWM 功能的函数发生器。

典型任意波形发生器可保持 16k 至 64k 点，产生具有 12 或 14bit 幅度精度的信号。可惜 PWM 信号不能利用这一幅度精度的优点。但可利用算法把模拟信号与正弦波相比较。将得到的 1 和 0 下载到函数发生器的非易失存储器中。在完成下载后，就可输出不同频率和幅度的波形。占空比和偏移是保存在波形之中，不下载新的波形，就不能予以修正。

某些函数发生器，如 Agilent 33220A 提供使用 PWM 的内置脉冲功能，快速访问所有 PWM 参数（频率，幅度和调制深度）的能力使其能容易地修正和试验波形。调制源可以是内部的，或外部的波形。外部调制信号被数字化，并用数字处理计算得到的 PWM 波形。对于 33220A，您也可用远地接口 USB、GPIB 或 LAN 设置 PWM 波形。

结论

PWM 作为微控制器的一种功能变得越来越普及，开发工具使其更易于使用，因此 PWM 也将越来越流行。深入理解 PWM 能使它更容易融入您的设计。在您从事 PWM 设计时，函数发生器是您建立波形的优秀工具。根据对建立静态或动态 PWM 信号的需要，您可选择具有所需功能的函数发生器。通过改变占空比或使用突发模式，您能从大多数函数发生器的前面板产生静态或直流等效 PWM 波形。对于动态 PWM，您需要有任意波形发生器，或是带内置 PWM 的函数发生器。Agilent 33220A 是具有内置 PWM 功能低价函数发生器的极好例子。

术语

占空比 — 脉冲串高电平在总周期中所占的时间百分数

周期 — 信号重复前的时间长度

脉冲宽度 — 脉冲在“真状态”的时间长度（脉冲可为正或负）

相关 Agilent 文献

技术资料 — 33220A 函数 / 任意波形发生器，出版物号 5988-8544EN

应用指南 — 如何用函数发生器产生低占空比脉冲，出版物号 5988-7507EN

这两篇应用指南由 Agilent 公司 Bill Griffith 撰写，2003 年发表于 Electronic News（澳大利亚）。

欢迎订阅免费的



安捷伦电子期刊

www.agilent.com/find/emailupdates

得到您所选择的产品和应用的最新信息。

Agilent 测试和测量软件及连通性

Agilent 测试和测量软件及连通性产品、解决方案和开发网能使您容易地使用基于 PC 标准的工具，把仪器接到计算机上，从而能集中关注您的任务，而不必为连接问题分心。要了解更详细的情况，请访问：

www.agilent.com/find/connectivity。

请通过 Internet、电话、传真得到测试和测量帮助。

在线帮助：www.agilent.com/find/assist

热线电话：800-810-0189

安捷伦科技有限公司总部

地址：北京市朝阳区建国路乙 118 号
招商局中心 4 号楼京汇大厦 16 层

电话：800-810-0189
(010) 65647888

传真：(010) 65647666

邮编：100022

上海分公司

地址：上海市西藏中路 268 号
来福士广场办公楼 7 层

电话：(021) 33114888

传真：(021) 63403000

邮编：200001

广州分公司

地址：广州市天河北路 233 号
中信广场 66 层 07-08 室

电话：(020) 86685500

传真：(020) 86695074

邮编：510613

成都分公司

地址：成都市下南大街 2 号
天府绿洲大厦 0908-0912 室

电话：(028) 86165500

传真：(028) 86165501

邮编：610012

深圳办事处

地址：深圳市深南东路 5002 号
信兴广场地王商业中心
4912-4915 室

电话：(0755) 82465500

传真：(0755) 82460880

邮编：518008

西安办事处

地址：西安市科技二路 68 号
西安软件园 A106 室

电话：(029) 87669811, 87669812

传真：(029) 87668710

邮编：710075

安捷伦科技香港有限公司

地址：香港太古城英皇道 1111 号
太古城中心 1 座 24 楼

电话：(852) 31977777

传真：(852) 25069256

Email: tm_asia@agilent.com

本文中的产品指标和说明可不经通知而更改

©Agilent Technologies, Inc. 2004

出版号：5988-9904CHA

2004 年 12 月 印于北京



Agilent Technologies