Application Notes
ZHCA843 – Dec. 2018

如何用 Jacinto 内部的 GPtimer 输出 PWM 信号控制屏幕背光

Han Tao *中国汽车处理器技术支持团队*

ABSTRACT

随着智能汽车和自动驾驶技术的发展，越来越多的汽车开始使用全液晶仪表盘。**TI Jacinto** 家族汽车处理器以其强大的图形处理能，广泛应用在各种车型的汽车仪表和影音多媒体娱乐系统中。在全数字液晶仪表的应用中，仪表的背光亮度通常需要根据外部光线的强弱和用户的使用习惯来动态设置。为了达到用户体验，功耗方面的均衡，系统中基本都会用 **PWM** 信号控制背光驱动电路的模式来动态调节液晶仪表盘的背光亮度。本文根据 **Jacinto SOC** 的设计特点，阐述了使用 **GPtimer** 模块来输出所需要的 **PWM** 信号的使用方法。

Contents

1 PWM 背光电路的输出需求示例

当仪表盘的背光部分使用 LED 照明的时候，通常会有类似 TPS92518-Q1 这样的背光驱动电路。为了方便的控制 LED 的亮度，可以用 Jacinto6 系列芯片的 GPtimer （General purpose timer ）输出 PWM 波形的模式控制背光驱动电路来调整仪表盘的亮度。在 Jacinto 6 系列芯片内部集成了 16 个 GPtimer，每个 GPtimer 有对应的 pin 脚输出，当该 pin 配置为 PWM 功能的时候，就可以作为 Jacinto6 GPtimer PWM 信号的输出功能或者 GPtimer 的输入信号捕获功能。本文只讨论 GPtimer 作为 PWM 信号输出功能的配置。

背光驱动电路对于 PWM 信号通常有两个要求：

1. PWM 信号的频率灵活可调。
2. PWM 信号的占空比灵活可调。

2 Jacinto 6 系列芯片内部 GPtimer 的特性

在 Jacinto6 内部的所有 16 个 GPtimer 功能模块，GPtimer 最大输入时钟是 100MHz （[1] PAGE 165），能够满足大多数背光驱动电路的 PWM 信号要求。16 个 GPtimer 可以简单分为三类：

1. 需要产生 1ms 精准时钟的 timer，有三个 timer 支持这种模式，分别是 timer1，timer2，timer10.
2. 通用功能 timer，时钟基准来自于 jacinto 6 系统 sysclock1 晶体振荡器的时钟。这些 timer 的基准时钟也能够来自于 Jacinto 6 内部的低速 32K RC 振荡器。Timer3 – timer11，timer13-timer16 都是这种类型的时钟。
3. 基准时钟只有 32K 的 timer。仅仅只有 timer12 比较特殊，timer12 的时钟只能从 Jacinto 6 芯片内部的 32KHz 振荡器输入，导致 timer12 的基础时钟速度远低于其他所有 timer。

【注意】Timer12 因为产生的 PWM 波形频率不能够高于 32K，所以不建议用 timer12 作为背光 PWM 驱动。

3 Jacinto 6 GPtimer PWM 波形输出示例

本实验基于 Linux automotive Processor SDK 3.04 发布版本([3])，选择 timer4 作为例子演示如何使用 GPtimer 按照外部背光电路要求配置 Gptimer 的输出频率和占空比。在 Jacinto 6 EVM 板，系统主时钟是 20MHz，因此 timer4 的时钟树选择用 20MHz 主时钟作为 timer4 的功能时钟。Timer4 在 DRA756 有 Pin P7，Pin D12 两个引脚输出，后续的实验中使用 Jacinto 6 芯片的 Pin P7 作为测试引脚。

GPtimer 作为定时和 PWM 输出时基本原理就是运用 GPtimer 内部的递增计数器（TCRR）产生中断，当计数器中断产生时，如果配置 GPtimer 为 pulse 输出，中断事件被触发时会在 GPtimer 输出引脚上输出一个脉冲，脉冲持续时间为一个 GPtimer 时钟周期。例如 EVM 板上系统时钟是 20MHz，GPtimer 时钟树也用这个 20MHz 时，输出脉冲的高电平就是 50us，如下图所示：

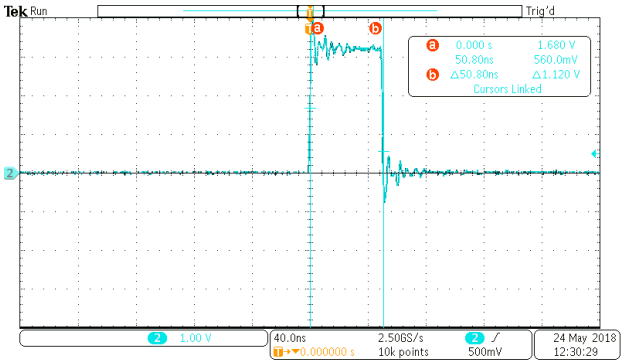

Figure 1 -- GPtimer Pulse 模式输出波形

如果 GPtimer 的输出模式配置成 toggle 模式，当产生对应的中断时，GPtimer 的输出引脚就会翻转。为了保证第一次反转的波形是从高电平到低电平翻转还是从低电平到高电平翻转，需要先根据需求设置 TCLR 的 bit 7 位（SCPWM）为 1 或者为 0。后面设置不同占空比的波形时就用到了这个特性。

GPtimer 内部会产生两种中断：

中断一：溢出中断（over flow interrupt）,即从设置的初始值（TLDR 寄存器值）开始计数，当计数到上限 0xFFFFFFFF 时产生溢出中断。

中断二：匹配中断（match interrupt ），即从设置的初始值（TLDR 寄存器值）开始计数，当计数值和预先设定的值（TMAR 寄存器值）匹配的时候产生匹配中断。

注意: 当匹配中断产生后，计数器会继续计数直到产生溢出中断才会重新从预设值开始计数。

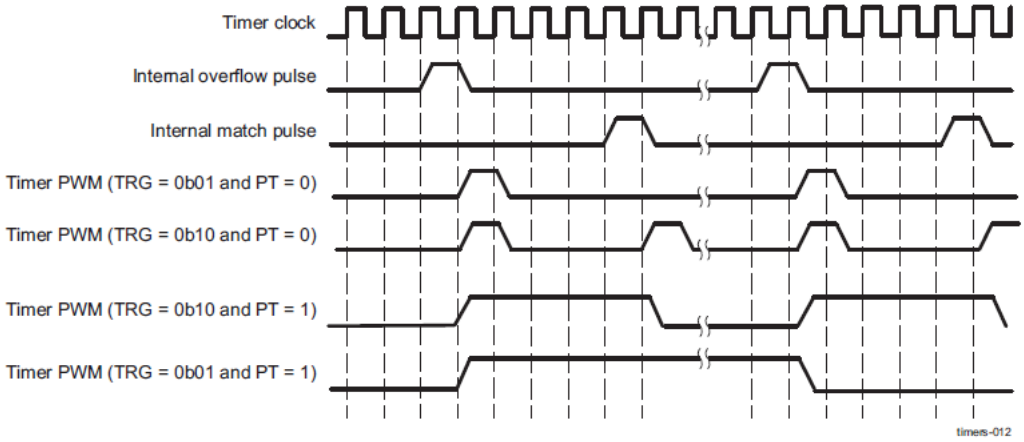

Figure 2 -- GPtimer 中断和 PWM 波形时序图

只用溢出中断，能够产生多种频率的 50%占空比的 PWM 方波。
用溢出中断和匹配中断配合，就能够产生不同频率，不同占空比的 PWM 方波。

下面我们就用 200Hz 方波，5KHz 方波，5KHz 高电平占空比 40% PWM 波形，5KHz 高电平占空比 60% PWM 波形等四个例子来介绍如何配置 GPtimer 来获得想要的波形输出。

1. 输出 50%占空比的 200Hz PWM 方波信号。
   # omapconf write 0x4a0034c0 0x6007　　//将 Pin P7 设置为 timer4 功能
   # omapconf write 0x4a009748 0x2　　//将 timer 4 的时钟设置为 sys_clk1
   # omapconf write 0x48036038 0x1403　　//设置 timer4 的工作模式寄存器 TCLR
   #omapconf write 0x48036040 0xFFFF3CB0　　//设置 timer4 over_flow 中断发生后 load 的值

   计算时钟的配置：
   系统时钟 20MHz，Ts=50ns
   输出时钟周期 To=5ms
   TLDR 值= 0xFFFFFFFF – To/(2*Ts) -1 = 0xFFFF3CB0

2. 输出 50%占空比的 5KHz PWM 方波信号。
   #omapconf write 0x48036040 0xFFFFF830　　//设置 timer4 over_flow 中断发生后 load 的值

   计算时钟的配置：
   系统时钟 20MHz，Ts=50ns
   输出时钟周期 To=200us
   TLDR 值= 0xFFFFFFFF – To/(2*Ts) -1 =0xFFFFF830

   注意：GPtimer 其他寄存器的值和示例 1 的寄存器值一致，仅仅需要修改 TLDR 寄存器值。

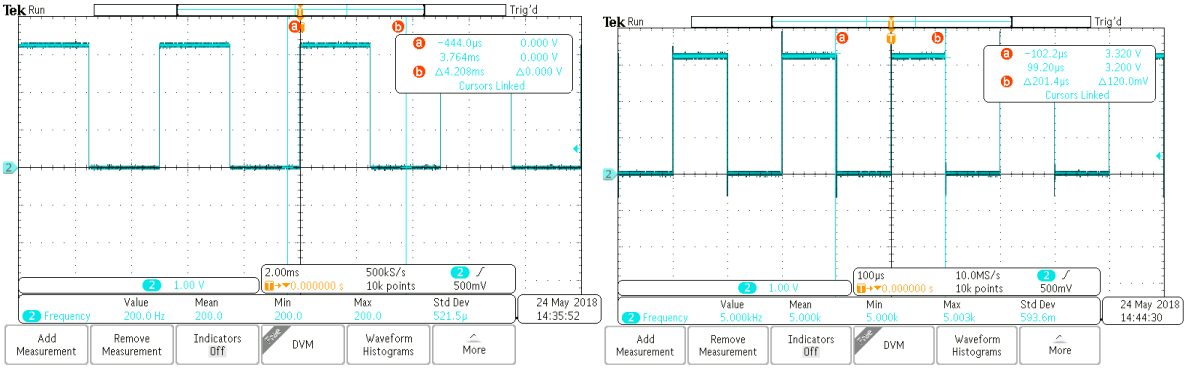

Figure 3 -- 200Hz 和 5KHz PWM 方波波形时序图

3. 输出 40%高电平占空比的 5KHz PWM 信号。
   # omapconf write 0x48036038 0x1843　　//设置 timer4 的工作模式寄存器 TCLR
   #omapconf write 0x48036040 0xFFFFF060　　//设置 timer4 over_flow 中断发生后 load 的值
   #omapconf write 0x4803604C 0xFFFFF6A0　　//设置 timer4 match 中断发生时匹配的值

   系统时钟 20MHz，Ts=50ns
   输出时钟周期 To=200us
   低电平占空比 Occupy=60%
   TLDR 值= 0xFFFFFFFF – To/Ts -1= 0xFFFFF060
   TMAR 值= 0xFFFFFFFF – INT[(To/Ts-1)*Occupy]= 0xFFFFF6A0

   注意：GPtimer 输出引脚配置，时钟树配置和示例 1 的寄存器值一致。

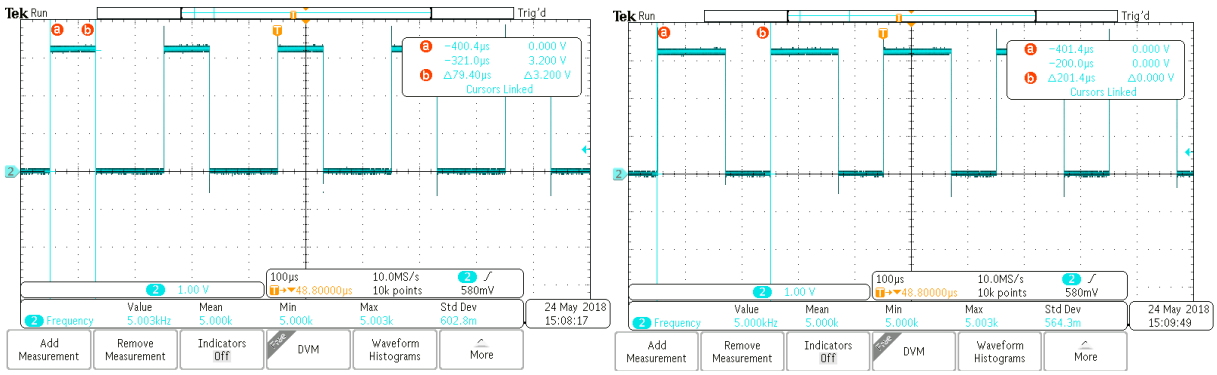

Figure 4 -- 5KHz PWM 高电平占空比 40%和 60%波形时序图

4. 输出 60%高电平占空比的 5KHz PWM 信号。
   #omapconf write 0x48036038 0x18C3　　//设置 timer4 的工作模式寄存器 TCLR
   系统时钟 20MHz，Ts=50ns
   输出时钟周期 To=200us
   低电平占空比 Occupy=40%

   注意：GPtimer 其他寄存器的值和示例 3 的寄存器值一致，仅仅需要修改 TCLR 寄存器值。

4 GPtimer 使用时的注意事项

在使用 16 个 GPtimer 之前，首先需要确认这个 timer 没有被软件占用。因为 Linux 操作系统和 Jacinto6 内部的 DSP，IPU Cortex-M4 核上的软件都会用到 timer 作为软件调度的定时器，或者是软件的时间基准。例如在 Processor SDK 中（[3]），IPU2 占用了 timer3,timer4，timer9，IPU1 占用了 timer7，timer8，timer11，DSP1 占用了 timer5，DSP2 占用了 timer6。这些信息可以再 Processor SDK 的 Linux kernel 目录下的 dra7-evm.dts 文件中看到。在选择 PWM 控制 timer 时尽量避开已经占用的 timer。如果由于引脚复用关系必须用到其中的 timer，需要修改对应核的软件替换掉冲突的 timer。

本文根据 Jacinto 6 内部的 GPtimer 的特性，介绍了如何按照背光驱动芯片的 PWM 信号要求去设置 GPtimer 内部寄存器以产生期望波形的方法。期望该文档能够帮助大家更方便的使用 Jacinto 系列 SOC。

References

1. DRA75x, DRA74x Infotainment Applications Processor Silicon Revision 2.0 （http://www.ti.com/lit/ds/symlink/dra756.pdf）
2. DRA75x, DRA74x SoC for Automotive Infotainment Silicon Revision 2.0, 1.x Technical Reference Manual（http://www.ti.com/product/DRA756/technicaldocuments）
3. PSDK download website (http://downloads.ti.com/infotainment/esd/jacinto6/processor-sdk-linux-automotive/03_04_00_03/index_FDS.html)

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATASHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES “AS IS” AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, or other requirements. These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI’s products are provided subject to TI’s Terms of Sale (www.ti.com/legal/termsofsale.html) or other applicable terms available either on ti.com or provided in conjunction with such TI products. TI’s provision of these resources does not expand or otherwise alter TI’s applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265