

关于开发板 i.MX 8QuadMax 和 i.MX 8QuadXPlus 显示模块扩频技术的使用指南

原文: <https://community.nxp.com/docs/DOC-343521>

由 D.w.Lou 于 2019-5-29 创建的文档, 最后由 D.w.Lou 于 2019-11-6 修改

1. 介绍

本文介绍了开发板 i.MX 8QuadMax 和 i.MX 8QuadXPlus 专门用于 LVDS 和 MIPI DSI 显示模块的扩频技术的使用。文章介绍了它们的基础硬件功能, 如何启用它以及预期的功能。

i.MX 8QuadMax 和 i.MX 8QuadXPlus 上的显示控制器 (DC) 子系统利用 AVPLL 生成参考时钟, 参考时钟可用于 LVDS PHYs 操作。与此同时, 参考时钟上的扩展频谱也能让 PHY 接口被扩展。此扩频功能由 SCU 固件控制, 可以通过配置 SCU 固件移植工具包的 board 文件来启用或停止。

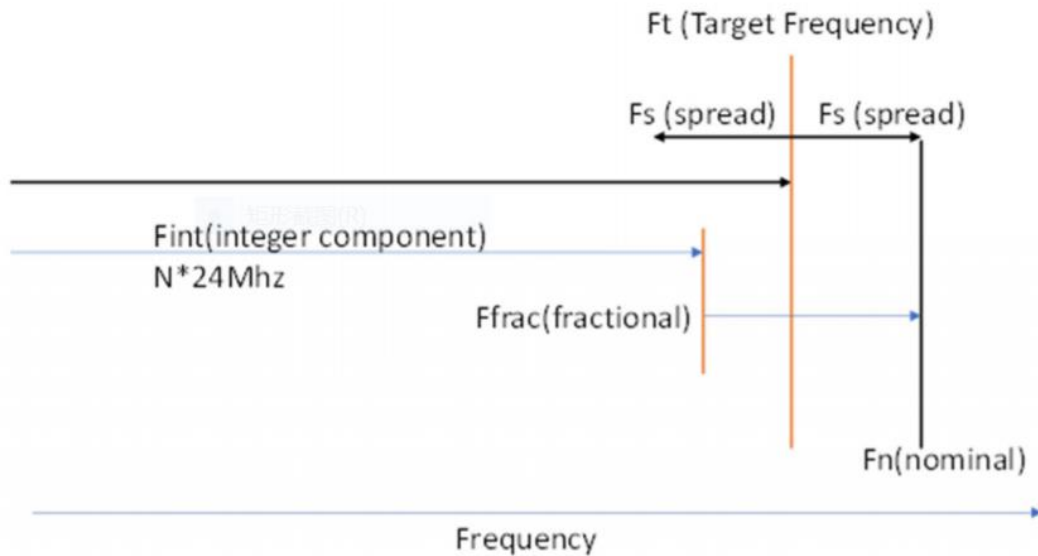
Note : 嵌入 PHYs 中的 PLLs (i.MX 8QuadMax 上的 LVDS ; i.MX 8QuadXPlus 上的 MIPI-DSI/LVDS combo PHY) 可以按照 AVPLL 参考生成的时钟频率来使用扩频功能。尽管这些接口可以实现扩频功能, 用户还是必须确认调制是否适当并且能与他们的应用兼容。

2. 频率调制的配置

Note : 这节介绍 SCU 固件的功能。用户无法访问相关代码。

启用并配置后, 输出调制将以三角频率波的形式随时间扩展。这是通过将参考时钟扩展到 PHY 并让 PHY 对其进行跟踪来实现的。PHY 的参考时钟是在 AVPLL 中生成和配置的, 其参数定义如下。

在时钟方面, 可以通过更改一个 (或多个) AVPLL 以随时改变频率, 最终实现变化。变化量限制为 2%, 因此不会导致 VCO 重新锁定或任何下游功能。



频率描述如下：

- **F(t) 目标频率**-在 LVDS 像素率的情况下，该功能的预期频率或标称频率
- **F(s) 扩展频率**-高于和低于 F(t)值的频率变化
- **F(n) 标称频率**-时钟可以达到的最大频率

标称频率由称为 F (int) 的整数（即参考频率 24Mhz 的整数倍）加上作为参考频率的一部分的小数部分 F (frac) 组成。

因此

$$F(n) = F(t) + F(s)$$

$$F(n) = F(int) + F(frac) = 24Mhz*(DIV_SELECT + NUM/DENOM)$$

F(s)

$$F(s) = F(t)/100$$

$$F(s) = (24Mhz*(MAX_VAR/DENOM))/2$$

注意，在任何时间点，实际产生的频率 F(act)始终低于 F(n)，最大下降幅度为 2F(s)。

$$F(actual) = F(n) - 24Mhz*(ACCUM/DENOM)$$

公式中的变量描述如下：

- **DIV_SELECT** –VCO 频率计算的整数部分
- **NUM** –VCO 频率小数部分的分子，取决于目标频率的分数
- **DENOM** –VCO 频率小数部分的分母，对于所有非扩频 PLL 这个值固定为 960000，但这是扩频的变量
- **ACCUM** –通过反复将 STEP 加到累加值直到达到 STOP 为止的可变偏移量
- **MAX_VAR** –增量方向改变之前可以累积的最大值
- **FMODULATION** (KHz) – 三角调制随时间重复的速率。通常将其设置得尽可能低且不在传统音频范围内，例如 30KHz。

用 STEP 和 STOP 值可以计算 ACCUM，如下所示：

```

DIRECTION = COUNTUP
ACCUM=0
LOOP:
  IF ACCUM = 0 THEN
    DIRECTION = COUNTUP
    ACCUM = ACCUM + STEP
  ELSE IF ACCUM > STOP THEN
    DIRECTION = COUNTDOWN
    ACCUM = ACCUM - STEP
  ELSE IF DIRECTION = COUNTDOWN THEN
    ACCUM = ACCUM - STEP
  ELSE IF DIRECITON = COUNTUP THEN
    ACCUM = ACCUM + STEP
  ELSE
    error case
  FI
GOTO LOOP

```

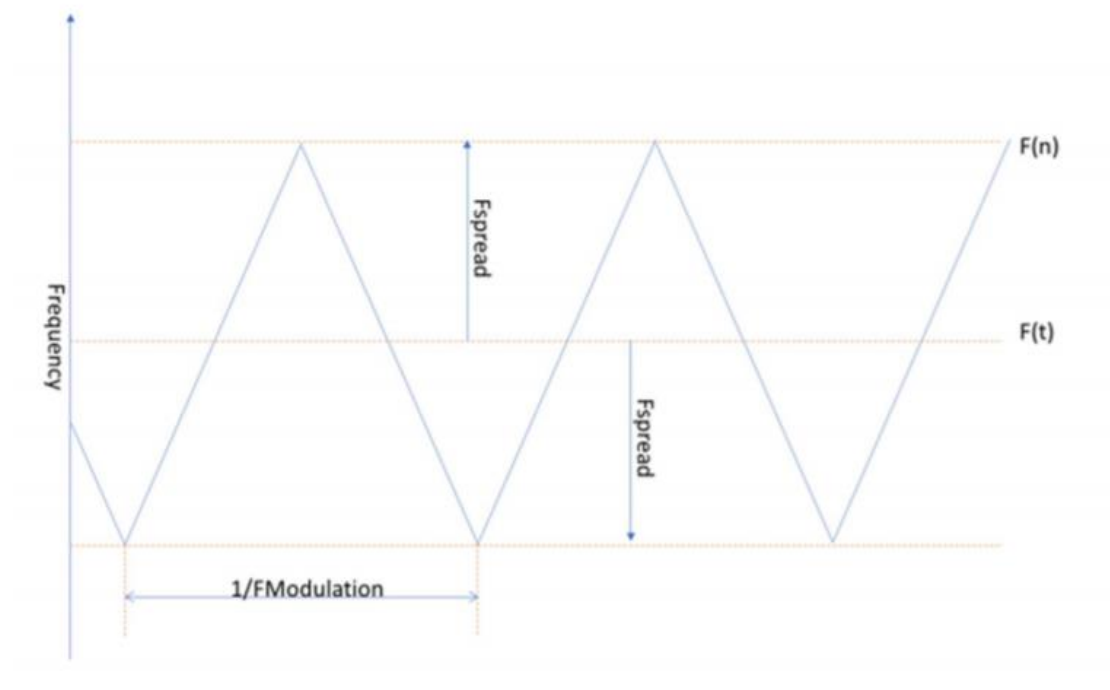
- **STEP** –用于改变频率的增量/减量，步长的大小用于设置调制频率（即频率的变化率）。STEP 与调制频率，参考时钟和 STOP 之间的关系：

$$\mathbf{STEP = FMODULATION / 24MHz * 2 * STOP}$$

- **STOP**–增量/减量的极限，达到极限时更改为减量/增量。

选择 STOP 值以防止翻转是很重要的。STOP 的最大值为 0xFFFF（因为寄存器字段为 16 位）。如果我们将 STOP 固定在 64000，FModulation 为 30KHz，那么 STEP 值可以这么计算：

$$STEP = 30K/24M * 2 * 64000 = 160$$



3.SCFW 移植套件指南

从 SCFW 移植套件 V1.2.2 版本开始，添加了扩频功能，可以从 NXP 网站“[i.MX Software and Development Tool](#)”下载。注意，SCFW 移植套件与 Linux BSP 发行版结合在一起作为完整套件进行了测试。

扩频功能通过 board.c 文件（SCU 固件中的自定义文件）中的功能 board_parameter（board_parm_t parm）进行控制。以 i.MX 8QuadXPlus MEK 为例，文件路径为“imx-scfw-porting kitx.x \ src \ scfw_export_mx8qx_b0 \ platform \ board \ mx8qx_mek \ board.c”。

当相关的 LVDS 显示器启用了 AVPLL 时，将检查 board 参数。

“parm”值（前两个值可用于 i.MX 8QuadXPlus，四个值可用于 i.MX 8QuadMax）可以是：

- BOARD_PARM_DC0_PLL0_SSC - DC0 PLL0 Spread Spectrum enable
- BOARD_PARM_DC0_PLL1_SSC - DC0 PLL1 Spread Spectrum enable
- BOARD_PARM_DC1_PLL0_SSC - DC1 PLL0 Spread Spectrum enable
- BOARD_PARM_DC1_PLL1_SSC - DC1 PLL1 Spread Spectrum enable

返回值设置：

- BOARD_PARM_RTN_NOT_USED 若不被启用
- BOARD_PARM_RTN_USED 若被启用

设置控制着每个显示通道的功能，除了像素时钟频率（用于设置 AVPLL 的 PLL_TARGET 值）外，它是必要的配置。如果返回值设置为“BOARD_PARM_RTN_USED”，则启用调制。

4.调制特性

调制的目的是以 30Khz 的调制率使变化等于目标频率的 1%以上和 1%以下。这可以在所有频率点上实现。这样做的目的是在启用或不启用扩频的情况下保持平均频率不变，但是可以因为四舍五入而产生微小差异（通常远小于 200ppm）。

5.启用示例

这节以启用 i.MX 8QuadXPlus LVDS 扩频为例，在 SCU 固件 board.c 中的代码修改如下：

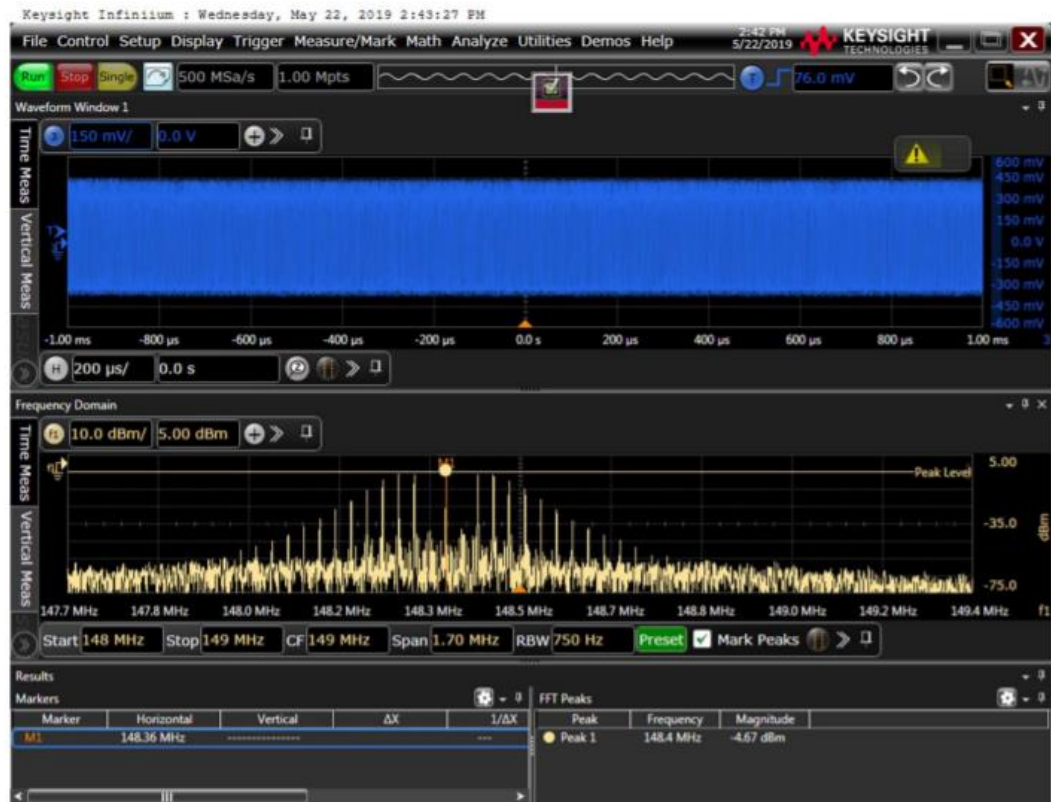
```
diff --git a/firmware/platform/board/mx8qx_mek/board.c
b/firmware/platform/board/mx8qx_mek/board.c index d729444..a009751 100755
--- a/firmware/platform/board/mx8qx_mek/board.c
+++ b/firmware/platform/board/mx8qx_mek/board.c
@@ -420,6 +420,12 @@ board_parm_rtn_t board_parameter(board_parm_t parm)
     case BOARD_PARM_KS1_ONOFF_WAKE:
         rtn = BOARD_KS1_ONOFF_WAKE;
         break;
+    case BOARD_PARM_DC0_PLL0_SSC:
+        rtn = BOARD_PARM_RTN_USED;
+        break; + case BOARD_PARM_DC0_PLL1_SSC:;
+        rtn = BOARD_PARM_RTN_USED;
+        break;
     default:
         /* Intentional empty default */
         break;
```

启用扩频功能之前/之后的测试结果如下：

启用扩频功能之前（幅度为 2.106dBm）



启用扩频功能后，幅度为-4.67dBm。



6.修订历史

修订版数	日期	实质改变
1.0	2019/5/29	初始发行
2.0	2019/8/22	新算法和 SCFW 的更新

附件：

[User Guide of Spread Spectrum for i.MX8QM_QXP Display 2.0.pdf](#)