

利用数字锁相环(DPLL)实现相位增建和无中断切换

作者: Anh Pham

简介

ADI公司在其许多时钟和定时产品中采用了DPLL技术。除了频率转换灵活性以外, DPLL技术还能提供多种对系统有用的数字功能, 例如: 时钟验证、相位或频率可控的切换、精准平稳地进入和退出保持模式。本应用笔记讨论参考切换操作及其功能。

切换类型

有两类切换: 相位增建和无中断。这两类切换没有通用定义, 本应用笔记中给出如下定义:

- 相位增建(buildout)是指将切换时间增建到DPLL中时, 两个参考之间的相位差。此相位差是输出与锁定的有效参考之间的相移。
- 无中断与零延迟类似, 获取相位锁定后, 输出相位跟随有效参考相位。

有关从参考A切换到参考B的无中断和相位增建切换操作的更多信息, 请斟酌“同频切换”部分和“异频切换”部分中的示例。

同频切换

在图1和图2中, 参考A和参考B具有相同的频率和相移 $\Delta\Phi$ 。

相位增建模式——同频

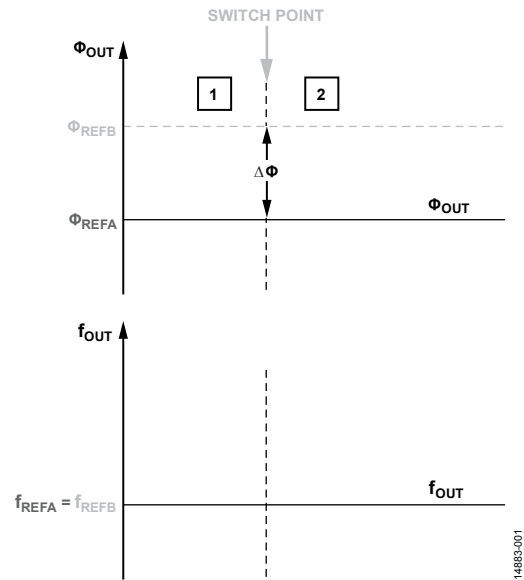


图1. 相位增建模式, 参考A和参考B具有相同频率

区间1

参考A有效。DPLL的相位和频率均锁定参考A。假定无相移, $\Phi_{OUT} = \Phi_{REFA}$, $f_{OUT} = f_{REFA}$ 。 Φ_{OUT} 为输出相位, f_{OUT} 为输出频率。

切换点

参考B变为有效。参考A和参考B之间的相移 $\Delta\Phi$ 作为偏移增建到DPLL的鉴频鉴相器(PFD)中。

区间2

DPLL随后锁定参考B, $\Phi_{OUT} = \Phi_{REFA}$, $f_{OUT} = f_{REFA} = f_{REFB}$ 。输出和有效参考B之间存在一个固定相移 $\Delta\Phi$ 。固定相移是相位增建的典型特性。

无中断模式——同频

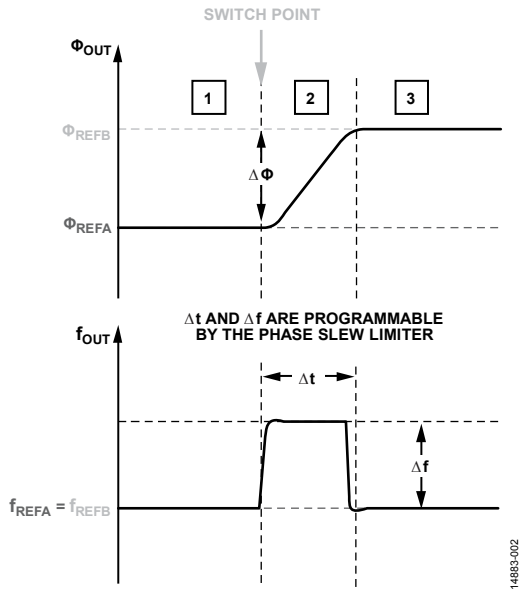


图2. 无中断模式，参考A和参考B具有相同频率

区间1

参考A有效。DPLL的相位和频率均锁定参考A。假定无相移， $\Phi_{OUT} = \Phi_{REFA}$ ， $f_{OUT} = f_{REFA}$ 。

切换点

参考B变为有效。参考之间的相位差为 $\Delta\Phi$ 。

区间2

DPLL将输出相位从 Φ_{REFA} 扭转到 Φ_{REFB} 。在此锁定时间(Δt)转换期间，有一个频率偏移 Δf ，其与 Δt 成反比，也就是说锁定时间越短，频率偏移越大。对于ADI公司的DPLL时钟产品，设置相位压摆率可控制锁定时间和频率偏移。

区间3

DPLL随后锁定参考B， $\Phi_{OUT} = \Phi_{REFA}$ ， $f_{OUT} = f_{REFB}$ 。对于无中断切换，输出与有效参考之间无相移。

异频切换

在图3和图4中，参考A和参考B具有不同的频率。

相位增建模式——异频

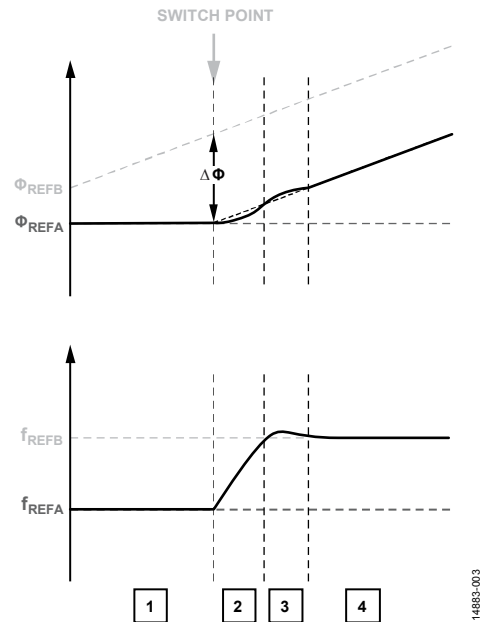


图3. 相位增建模式，参考A和参考B具有不同频率

区间1

参考A有效。DPLL的相位和频率均锁定参考A。假定无相移， $\Phi_{OUT} = \Phi_{REFA}$ ， $f_{OUT} = f_{REFA}$ 。

切换点

参考B变为有效。在此切换点，参考之间的相位差为 $\Delta\Phi$ 。

区间2

DPLL试图获取频率锁定。在切换点，参考之间的相位差 $\Delta\Phi$ 增建到DPLL的PFD中。在此期间，系统的相位和频率均解除锁定。

区间3

DPLL的频率锁定参考B，相位正在以 $\Delta\Phi$ 的增建相移锁定参考B。在区间2和区间3中，锁定时间和频率偏移均是自行管理。这种情况下，相位压摆限幅器对 Δt 和 Δf 无影响。

区间4

DPLL的相位和频率均锁定参考B， $\Phi_{OUT} = \Phi_{REFB} - \Delta\Phi$ ， $f_{OUT} = f_{REFB}$ 。输出和有效参考B之间存在一个固定相移 $\Delta\Phi$ ，表示这是相位增建模式。

无中断模式——异频

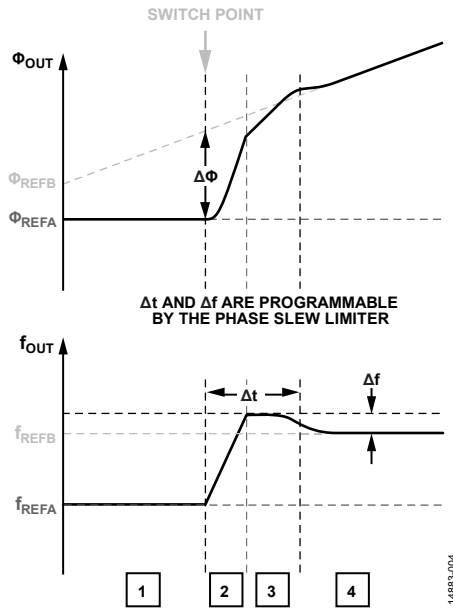


图4. 无中断模式，参考A和参考B具有不同频率

区间1

参考A有效。DPLL的相位和频率均锁定参考A。假定无相移， $\Phi_{OUT} = \Phi_{REFA}$ ， $f_{OUT} = f_{REFA}$ 。

切换点

参考B变为有效。参考之间的相移为 $\Delta\Phi$ 。

区间2

DPLL试图获取频率锁定。在此期间，系统的相位和频率均解除锁定。相位压摆限幅器在此期间有效，以便管理锁定时间和频率偏移。

区间3

DPLL的频率已锁定参考B，相位正在锁定参考B。相位压摆限幅器在此期间同样有效，以便管理锁定时间和频率偏移。

区间4

DPLL的相位和频率均锁定参考B， $\Phi_{OUT} = \Phi_{REFB}$ ， $f_{OUT} = f_{REFB}$ 。