

## 概述

TPF1xx 系列集成式视频滤波驱动器针对更高清晰度、移动平台、3V/5V 供电要求、绿色环保和能源之星标准以及最新的通道数配置等趋势而设计，采用业界领先工艺和深度电路优化架构，具有超低功耗、极高集成度、应用简单、配置灵活等特点。该系列产品的滤波器采用优化的高性能巴特沃兹（Butterworth）低通视频重构滤波器，将卓越的视频指标与超低功耗进行完美结合，适合用于 DAC 重构滤波或者 ADC 抗混叠滤波。TPF1xx 系列产品的动态范围满足要求最严苛的视频系统所需，其输入可灵活使用交流耦合或直流耦合。

TPF1xx 系列产品专门针对消费类应用而设计，具备优化的高性能静电防护及浪涌保护，适合用于视频信号的各种输出缓冲应用，提供 6dB 增益 (2V/V)，支持轨至轨输出，支持交流或直流线路驱动。

TPF1xx 系列产品采用 3.0V 至 5.5V 单电源供电，工作温度范围为  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $+85^{\circ}\text{C}$  工业温度范围。

## 视频滤波驱动器应用选型

TPF1xx 系列集成式视频滤波驱动产品支持 SDTV、EDTV、HDTV、Full-HD 等视频应用，并采用最新的通道数配置趋势而设计，客户可根据其实际应用灵活选择产品。

1. 根据视频信号或滤波器带宽选型：

9MHz(-3dB) Filter 用于标清电视信号：TPF110/TPF110L, TPF111, TPF113, TPF114, TPF116

18MHz(-3dB) Filter 用于 EDTV：TPF123

36MHz(-3dB) Filter 用于高清电视信号：TPF133, TPF134, TPF136

72MHz(-3dB) Filter 用于全高清电视信号：TPF143, TPF144, TPF146

250MHz Bypass：TPF153

2. 根据通道数配置选型：

1 通道产品：TPF110/TPF110L (with SAG), TPF111

3 通道产品：TPF113, TPF123, TPF133, TPF143, TPF153

4 通道产品：TPF114, TPF134, TPF144

6 通道产品：TPF116, TPF136, TPF146

## 直流耦合输入

TPF1xx 系列芯片采用先进的 CMOS 工艺，其输入、输出信号的范围为  $0\sim V_{SS}$ （电源电压）之间。由于该系列芯片内部集成了 6dB 增益 (X2) 的放大功能，输入信号的电压范围必须在  $0\sim V_{SS}/2$  之间。

目前，绝大多数具有视频 DAC 的数字视频芯片组均采用 CMOS 工艺的，并且通常使用地作为参考的电平，因此其输出范围应当正好可以与 TPF1xx 的输入相匹配。当输入信号的电平和幅度都是已知量，并且其幅值都在芯片所允许范围内时，可以选择采用直流耦合。如图1. 所示意。

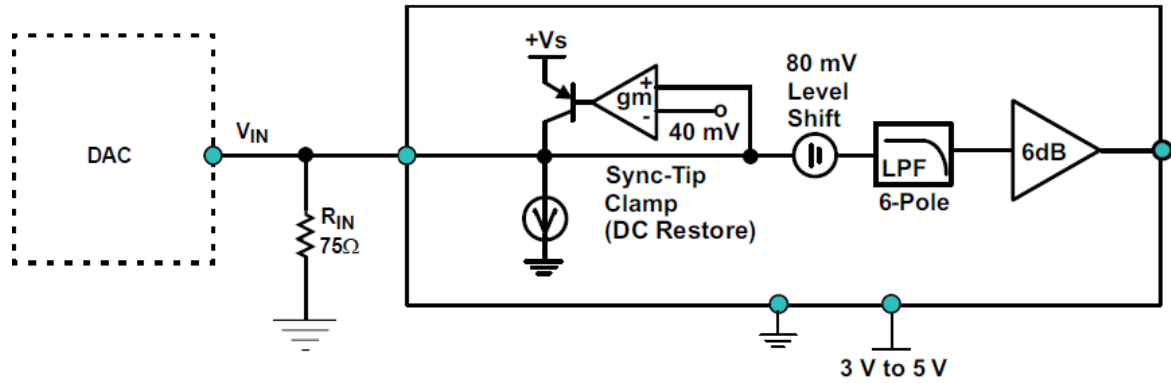


图1. 直流耦合输入

当输入允许采用直流耦合时，应该尽量使用直流耦合。任何的交流耦合都会对信号造成或多或少的失真，直流耦合的信号保持性能最好。此外，TPF1xx 具有很高的输入阻抗，因此直流耦合时不会对前级驱动电路增加负载，不会对整体电路的设计产生任何负面影响。

## 交流耦合输入：同步钳位

如果视频信号的直流电平不确定，或者当某些视频 DAC 输出带有较大的 DC 电平时，其电压超出 TPF1xx 的输入电压范围，为了实现电压匹配，则通常需要使用一个 0.1 $\mu$ F 的电容来实现交流耦合，如图2. 所示。

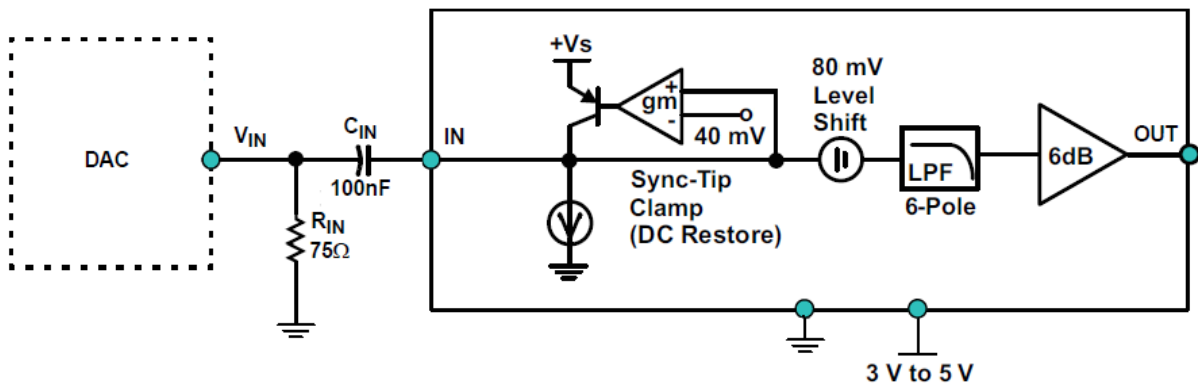


图2. 交流耦合输入及输出

采用交流耦合输入时，TPF1xx 输入端的直流电平需要通过其他方法来恢复。亮度信号Y'、复合视频信号CVBS以及R, G, B信号在黑色参考电平（0V）与带有同步头（-300mV）的最大值（+700mV）之间变化。这些信号交流耦合之后，其直流电平会随视频内容而变化（被称为平均图像电平或APL），并会丢失亮度信号。

如图2. 所示中的 TPF1xx 系列产品的内部方框图，片上集成优化的透明同步头钳位电路（Transparent Sync-tip Clamp），用来实现直流电平恢复，其钳位电平为 40mV。钳位电路工作时，视频信号的同步头电压会被钳制在设定的 40mV，不随视频信号或者同步头幅度的变化而变化。与很多视频滤波芯片的钳位电平设计为 0V 有所不同，TPF1xx 选择采用 40mV 的钳位电平，因而可以使系统在输入直流/交流耦合切换时保持最大的稳定性。

## 交流耦合输入：直流偏置

并非所有的视频信号都适合用同步头钳位电路来恢复直流电平，而是需要根据视频信号的特性来选择钳位和直流偏置电路。

常见的模拟视频信号波形如图3所示，有 RGB、分量视频、S-视频、CVBS 等。模拟分量视频基本上保持了 CVBS 的亮度 (Y) 不变，但色度信号却被独立出来：Pb 是蓝色的差分信号，Pr 是红色的差分信号。模拟分量视频 (Y, Pb, Pr) 有几种格式：标清 (SD)，增强型清晰度 (ED or PS) 和高清 (HD)。CVBS、S-视频和分量视频中的 Y 分量，RGB 里的 G 分量，都带有行同步信号，可以用同步头钳位电路进行钳位。

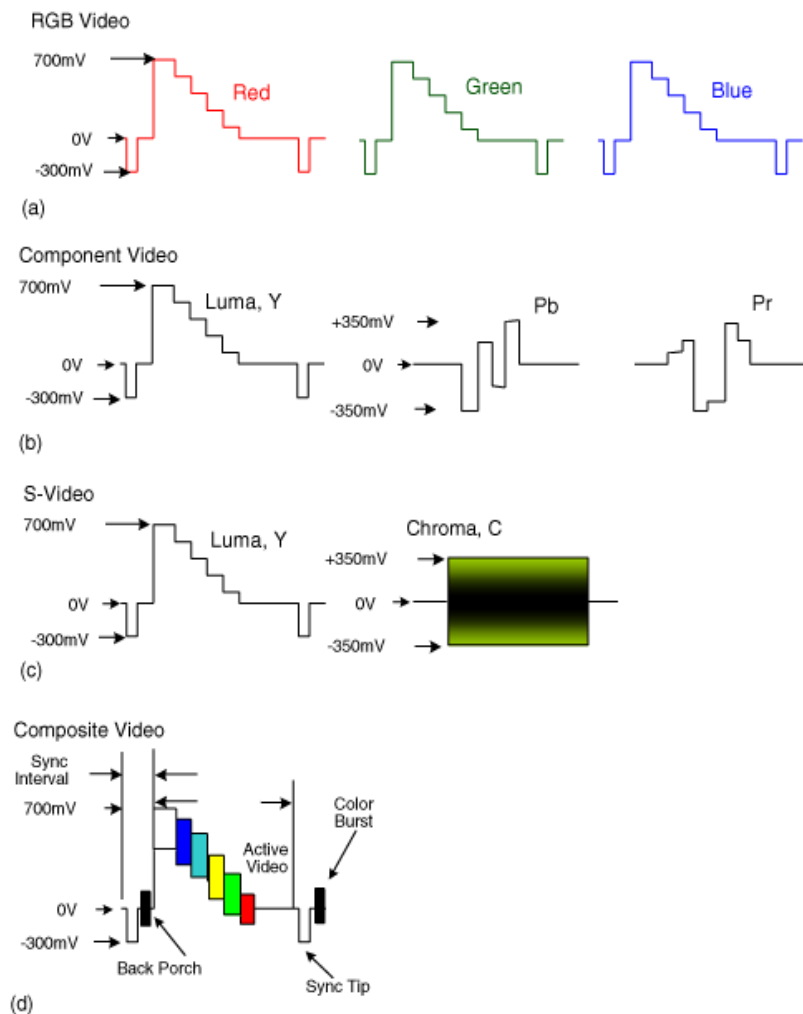


图3. 模拟视频信号波形

S-视频中的 C 分量，分量视频里的 Pb, Pr 都不带有行同步信号，不能使用集成的同步头钳位电路钳位。RGB 里的 R 和 B 可能有、也可能没有同步信号，若无同步信号亦不能用 TPF1xx 的集成同步头钳位电路进行钳位。这种情况下，需要采用外接上拉/下拉电阻进行偏置，如图4所示，使其偏置到 GND 以上。此时，隔直电容和偏置电阻的选择与信号特性、电源电压  $V_{SS}$  有关。

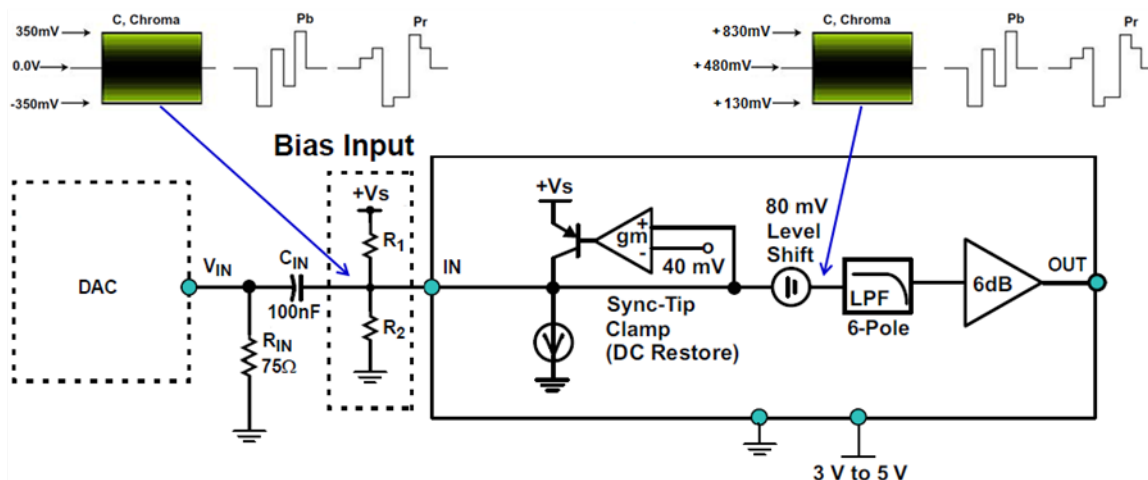


图4. 外加固定的偏置使信号偏置到GND以上

## 直流电平移位

TPF1xx 内部集成了多个运放 (OP-AMP) 来实现滤波和放大功能, 虽然这些运算放大器具有轨到轨的输出特性, 但跟所有运放一样, 当输出信号接近 0 或  $V_{SS}$  时不可避免的出现一定的信号失真。为了避免放大器输出失真, 通常钳位电路后面还需要一个直流电平移位电路 (Level shifter)。电平移位的大小要视运算放大器的设计而定, 只要保证运放不失真, 电平移位越小越好。如果电平移位太大, 会直接影响到输入信号幅度范围, 并且在输出采用直流耦合时增加了系统的静态功耗。例如, 假设电平移位为 200mV, 当电源电压是 3V 时, 最大输出幅度大约在 2.9V, 那么可允许的输入幅度则为  $(2.9V/2)-0.2=1.25V$ 。TPF1xx 系列产品中的电平移位的值为 80mV, 远小于常见的视频滤波器中的 150mV 电平移位。

## 直流耦合输出

如图5. 所示, 直流耦合输出是最直接的耦合方式, 不需要任何的交流耦合电容, 因此可以节省电路板空间和成本, 并且不会有低频衰减的信号失真问题。

但是, 直流耦合输出需要较大的供给电流, 因为信号的直流分量将消耗在负载电阻中。通常交流耦合时负载电流典型值为 1.0mA, 而直流耦合的典型负载电流则需要 6.6mA (1V, 150Ω)。TPF1xx 系列产品具备足够的驱动能力, 用户可以选择输出直流耦合到视频负载, 只是后面接受视频信号的器件需要考虑处理可能存在的信号匹配问题。

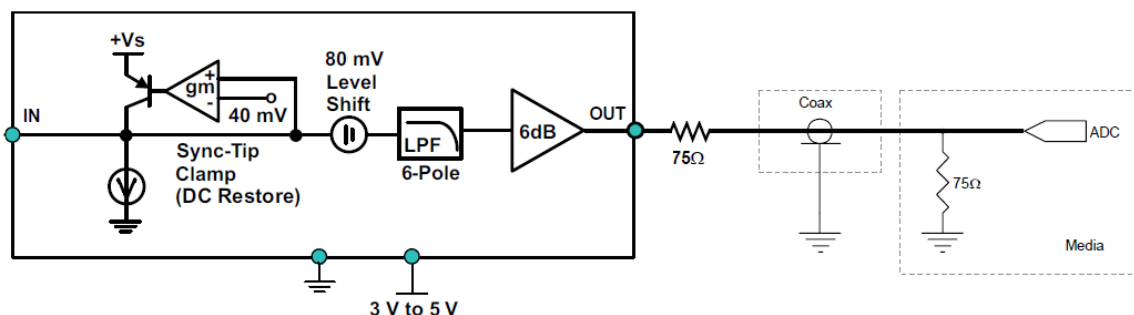


图5. 直流耦合输出

## 交流耦合输出

典型的交流耦合输出设计如图6. 所示意。交流耦合输出在视频应用中很常见，其允许接收端根据需要来调节信号的直流电平，而与输出驱动芯片本身无关。耦合电容与负载电阻（ $75\Omega+75\Omega=150\Omega$ ）构成高通滤波器，低频信号被衰减。采用交流耦合时需使用至少  $220\mu\text{F}$  的耦合电容，以确保低频信号能过通过，防止视频跨线“倾斜”或“衰减”。要求较高的视频系统可以使用  $470\mu\text{F}$  或  $1000\mu\text{F}$  耦合电容。

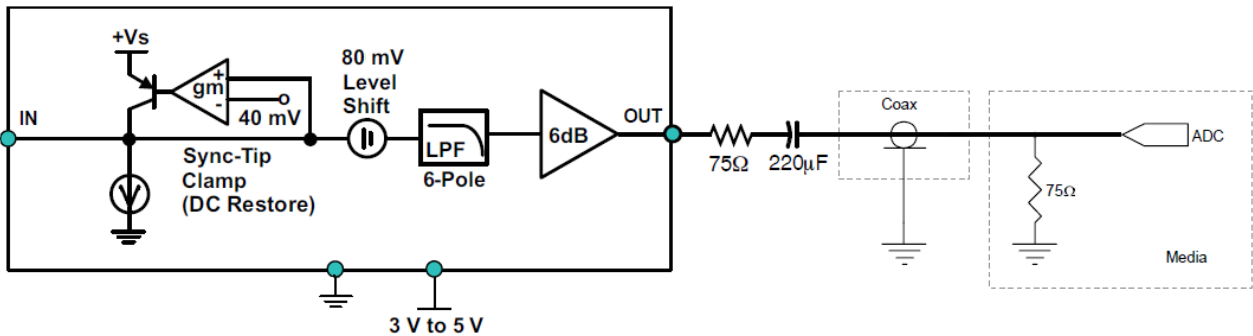


图6. 交流耦合输出

## SAG 校正

当输出是交流耦合时，通常需要一个很大值（至少 $220\mu\text{F}$ ）的电容，如上面内容所描述，从而需要耗费电路板空间和成本。TPF1xx 系列视频滤波驱动器产品中的 TPF110/TPF110L 提供了 SAG 校正功能，其典型应用电路如图7. 示意，去掉了大容值耦合电容，只需要使用  $47\mu\text{F}$  和  $22\mu\text{F}$  电容也能很好的满足系统电路设计要求。

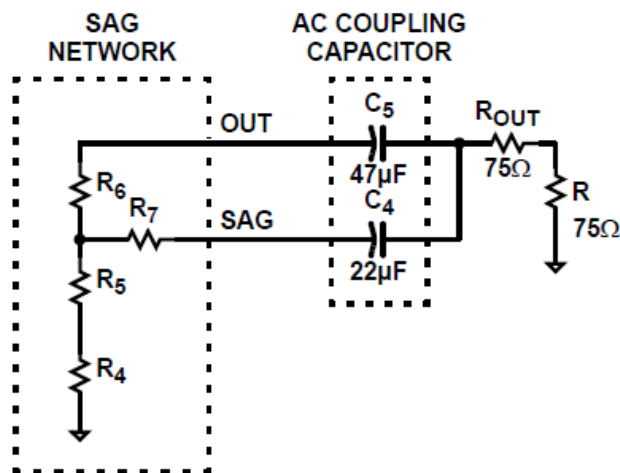


图7. SAG网络和交流耦合电容

## 电路设计注意事项

### 1. 去耦合电容

电源去耦电容（旁路电容）至少应由一个 0.1uF 和一个 4.7uF 电容并联组成。在版图设计上去耦电容应尽量靠近芯片 pin 脚，建议至器件 pin 脚距离不大于 0.1 英寸。

### 2. 源端匹配电阻

所有视频走线，都应做 75ohm 的阻抗控制，同时尽量减小时钟和信号线走线线长，避免 90° 走线。如图 8. 所示，建议至器件 pin 脚距离不大于 0.1 英寸。

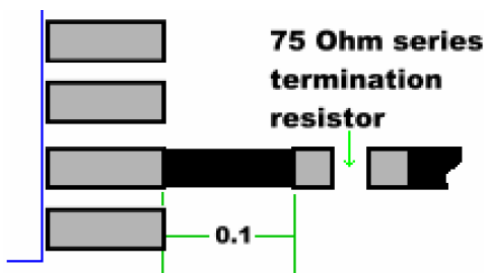


图8. 电路版图设计

### 3. 交流耦合电容

当使用交流耦合时，耦合电容和输入电阻应该尽量靠近芯片输入 pin 脚放置，同样输出端匹配电阻也应该尽量靠近芯片输出 pin 脚。

### 4. 走线

数字信号和模拟信号走线避免平行，且各自电源分开供给。