

HMC1118采用单一正电源供电

作者: Selcuk Ilke

简介

HMC1118是一款硅制单刀双掷(SPDT)开关, 额定工作频率为9 kHz至13 GHz, 采用4 mm × 4 mm、16引脚引线框芯片级封装(LFCSP)。该宽带开关非常适合测试测量设备和高性能无线应用。关键特性包括:

- 低插入损耗: 0.68 dB (8 GHz 时)
- 高隔离度: 48 dB (8 GHz 时)
- 高输入 P1 dB: 37 dBm
- 高输入 IP3: 62 dBm
- 快速建立时间 (最终 RF 输出内 0.05 dB) : 7.5 μ s

HMC1118 功能框图如图 1 所示。HMC1118 标称需要双电源电压, $V_{DD} = +3.3$ V 且 $V_{SS} = -2.5$ V, 器件特性就是在这些电压下测定的。采用双电源供电时, 请参阅 HMC1118 数据手册和本应用笔记以了解完整特性。

HMC1118 也可以采用 $V_{DD} = 3.3$ V 的单一正电源供电, 此时 V_{SS} 引脚接地。单电源下大信号特性会受影响, 但对于很多没有负电源电压可用的应用, 器件仍能提供相当不错的性能。本应用笔记主要研究 HMC1118 的操作, 并且比较该器件采用单电源和双电源供电的性能。

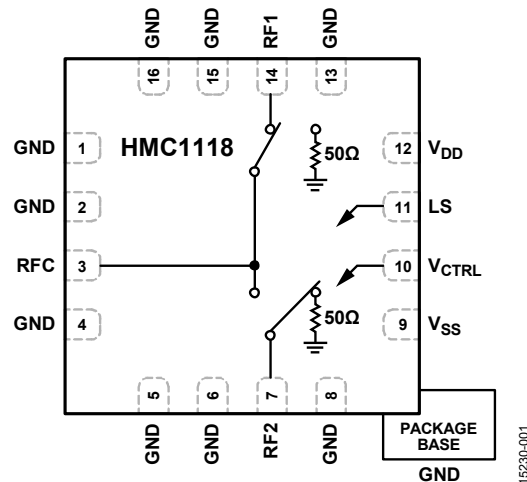


图 1. HMC1118 功能框图

目录

简介	1	大信号性能	5
修订历史	2	开关时间	5
HMC1118 开关操作	3	功率处理	5
单电源和双电源供电的性能比较	4	结语	6
小信号性能	4		

修订历史

2016 年 12 月—修订版 0：初始版

HMC1118 开关操作

HMC1118 采用熟悉的吸收式 SPDT 开关拓扑，两条完全相同的 RF 路径上有一个串联场效应晶体管(FET)和一个并联 FET，集成一个驱动器用于实现内部逻辑功能，如图 2 所示。

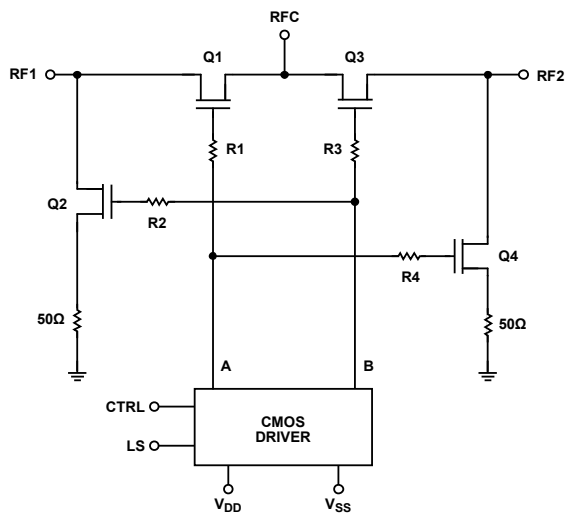


图 2. HMC1118 简化电路图

HMC1118 为其 RF 内核提供两种工作模式，如表 1 所示。在模式 1 下，RF1 至 RFC 路径处于导通状态，RF2 至 RFC 处于隔离状态；在模式 2 下则相反。

在插入损耗路径中，串联 FET 开启，并联 FET 关断。在隔离路径中则相反，串联 FET 关断，并联 FET 开启。因此，各 RF 路径上的串联和并联 FET 需要互补控制电压。HMC1118 芯片上集成了一个驱动器，用以产生 A 和 B 互补控制电压，如图 2 所示。因此，开关可以通过施加于 V_{CTRL} 引脚的单个 CMOS 逻辑电压来控制，LS 引脚可以接地或接 V_{DD} （参见表 2）。

表 1. 开关模式

模式	RF1至RFC	RF2至RFC	Q1、Q4	Q2、Q3
1	插入损耗	隔离	开	关
2	隔离	插入损耗	关	开

表 2. 控制电压

模式	V_{CTRL}	LS	A	BB
1	高电平	低电平	V_{DD}	V_{SS}
	低电平	高电平	V_{DD}	V_{SS}
2	高电平	高电平	V_{SS}	V_{DD}
	低电平	低电平	V_{SS}	V_{DD}

开关 FET 用作一个三端口电压控制器件，根据施加于栅极端口的控制电压，漏极端口和源极端口之间的 RF 信号导通通道闭合（导通状态）或关闭（关断状态）。HMC1118 采用 N 沟道增强模式 FET，其典型夹断电压为 0.3 V，即栅极和漏-源通道之间为导通 FET 而需要的电位差。各 FET 的漏极和源极端口处于直流地电位，故而 RF 端口上无需隔直电容（其会限制低频操作）。因此，大于（或小于）0.3 V 的绝对栅极电压会开启（或关断）FET。

FET 一般偏置到极端电压 +3.3 V 和 -2.5 V，以建立一定的电压来开启和关闭 FET，并提供最优 RF 性能。由于 HMC1118 没有集成稳压器和负电压发生器，所以需要将两个经调节的外部电源电压施加于 V_{DD} 和 V_{SS} 引脚，以产生 FET 器件必需的偏置电压。虽然 V_{DD} 和 V_{SS} 的典型值分别为 +3.3 V 和 -2.5 V，但用户可以灵活地仅使用单一正电源 $V_{DD} = 3.3$ V 来操作器件，此时 V_{SS} 引脚接至 0 V。然而，这会导致某些参数的电气性能下降，参见“单电源和双电源供电的性能比较”部分所述。

单电源和双电源供电的性能比较

本节比较 HMC1118 在两种供电方式下的性能：一种是 $V_{DD} = +3.3\text{ V}$ 和 $V_{SS} = -2.5\text{ V}$ 双电源，另一种是 $V_{DD} = 3.3\text{ V}$ 单电源， V_{SS} 引脚接 0 V 。图 3 所示为用于评估 HMC1118 在单电源和双电源供电时的性能的性能的评估板原理图。

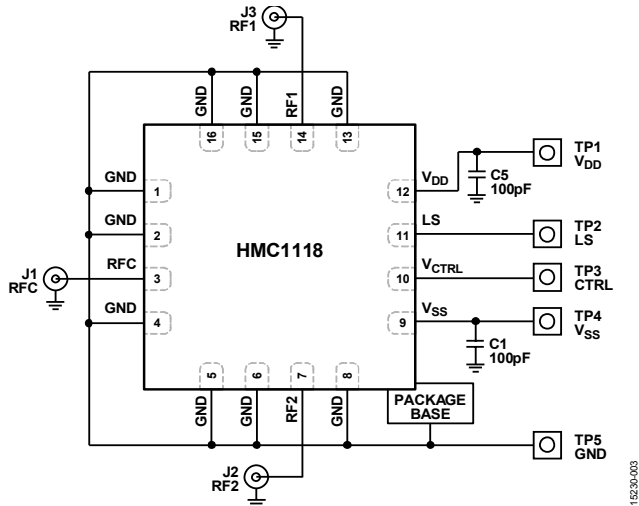


图 3. HMC1118 评估板原理图

小信号性能

HMC1118 针对 $50\ \Omega$ 系统提供最优小信号性能。当 V_{SS} 从 -2.5 V 变为 0 V 时，对于 RF 小输入信号，其足以使 FET 保持关断状态，HMC1118 的小信号 RF 性能不会下降。整个工作频率范围内的回波损耗、插入损耗和隔离度都得到保持，如图 4、图 5 和图 6 所示。

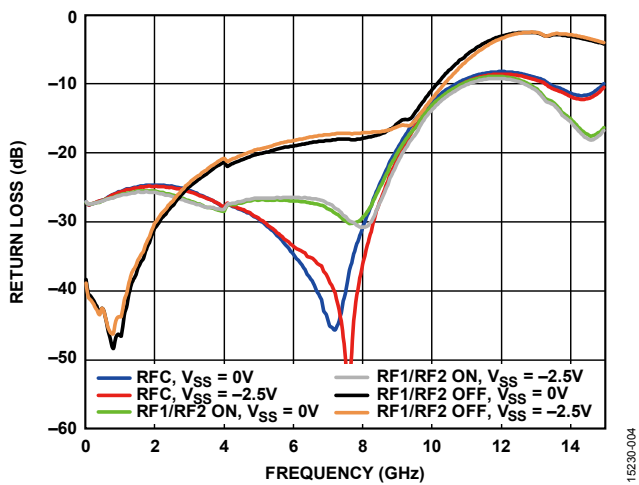


图 4. 不同 V_{SS} 下回波损耗与频率的关系

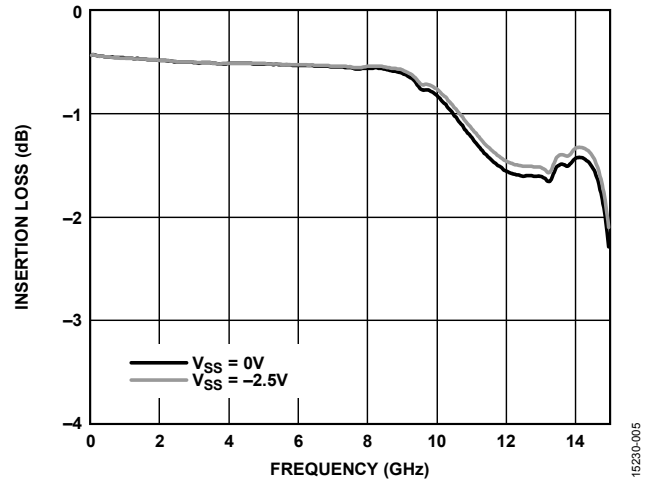


图 5. 不同 V_{SS} 下插入损耗与频率的关系

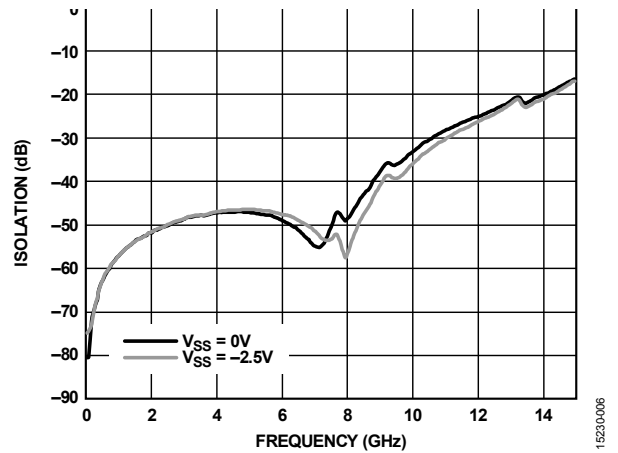


图 6. 不同 V_{SS} 下隔离度与频率的关系

大信号性能

HMC1118 的串联臂和并联臂上均有若干串联 FET，用以承受高于单个 FET 击穿电压的功率水平。通过将电压均匀分配在这些 FET 上，开关臂得以优化并实现出色的线性度。

高 RF 功率可能调制栅极电压和漏源通道电阻。这会引发失真和输入信号的压缩或削波。FET 偏置到夹断电平附近会提高这种效应。

因此，当 V_{SS} 从 -2.5 V 变为 0 V 时，HMC1118 的功率压缩和线性度会下降，如图 7 和图 8 所示。

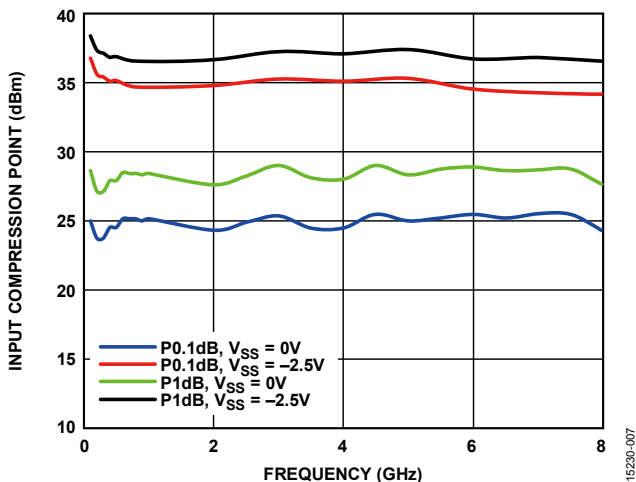


图 7. 不同 V_{SS} 下输入压缩点与频率的关系

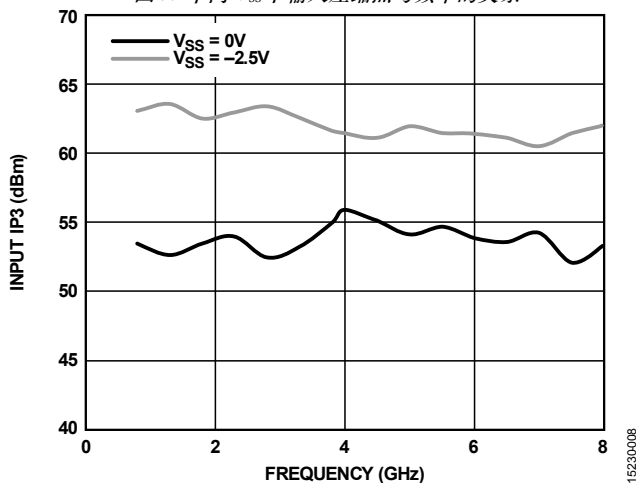


图 8. 不同 V_{SS} 下输入 IP3 与频率的关系

开关时间

高功率处理和快速开关时间之间存在此消彼长的关系：栅极电阻越大，低频时的功率处理能力越高，但开关时间会变慢。HMC1118 优化了栅极电阻值，从而在低频范围提供高功率处理能力，同时又有足够快的开关时间。

当 V_{SS} 从 -2.5 V 变为 0 V 时，HMC1118 的开关时间性能下降，如图 9 所示。

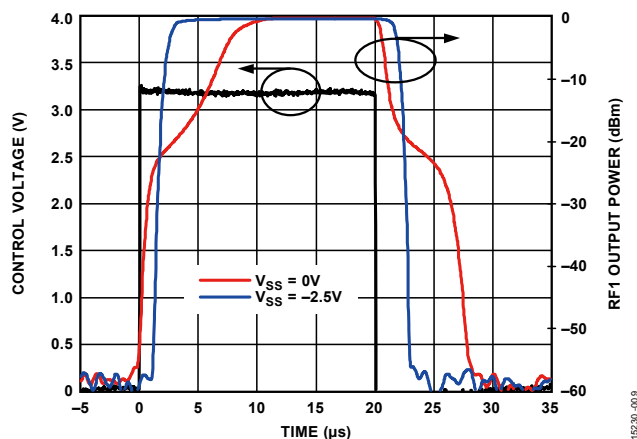


图 9. 不同 V_{SS} 下的开关时间

功率处理

当 V_{SS} 从 -2.5 V 变为 0 V 时，HMC1118 保持相同的热特性，但在较低输入功率水平时会进入功率压缩状态。因通道温度升高过快，HMC1118 RF 端口的绝对和推荐最大输入功率额定值会下降。

表 3. 最大 RF 输入功率($P_{IN, MAX}$)额定值¹

RF 输入功率	绝对最大值 (dBm)	推荐最大值 (dBm)
通过路径		
$V_{SS} = -2.5\text{ V}$	37	35
$V_{SS} = 0\text{ V}$	32	30
端接路径		
$V_{SS} = -2.5\text{ V}$	28	27
$V_{SS} = 0\text{ V}$	26	24
热切换		
$V_{SS} = -2.5\text{ V}$	30	27
$V_{SS} = 0\text{ V}$	27	24

¹ $V_{CTRL} = 0\text{ V}$ 或 3.3 V , $T_{CASE} = 85^\circ\text{C}$, $f = 2\text{ GHz}$ 。

结语

HMC1118 采用 $V_{DD} = 3.3\text{ V}$ 的单一正电源供电时, 功率处理性能 ($P_{IN, MAX}$ 、 P_{1dB} 和 $IP3$) 会下降, 开关速度 (开启和关断时间及上升和下降时间) 会变慢, 但小信号特性 (插

入损耗、隔离度和回波损耗) 不变。如果降低的功率处理和开关速度性能对特定应用是合适的, 那么 HMC1118 便可这样使用, 即让 V_{SS} 引脚接地。