

5 Low energy

穿戴设备的兴起让人们对未来便携科技充满了无限的期待，但是电池技术一直是制约智能便携设备的最大问题，我们必须从美梦中回到现实。

我们只有拿起最有力的武器——低功耗——去捍卫穿戴设备的用户体验。

5.1 nRF51822 的电源管理

nRF51822 的电源管理具有非常高的灵活性，比如 CPU、无线收发器等都有独立的电源状态管理，另外还有一个全局的开关（ON/OFF）模式。当系统处于 OFF 模式时，RAM 可以保留设备状态，以便通过 GPIO 信号重启后系统能够回复到原来的 ON 模式的状态。

电源管理特性：

- 系统统一的 ON/OFF 模式
- Brownout reset
- 掉电比较器
- 引脚唤醒，从 System OFF 模式
- 各个功能模块的 RUN/IDLE 模式
- 分为两个区域的 RAM，System OFF 模式时可保持

供电特性：

- 硬件 Supervisor，管理重启，电源跌落，瞬时掉电。
- 使用内部 LDO 时供电范围为 1.8 - 3.6 V
- 使用外部 1.75 to 1.95 V 低电压 **voltage mode**
- 使用内部 buckDC/DC converter 供电范围 2.1 to 3.6 V

5.1.1 DC/DC 转换器

nRF51 的 DC/DC 转换器将电池电压转换为更低内部电压，以便达到最小的能量损耗。当电源电压降低到低于 DC/DC 转换器的输入范围（2.1 to 3.6 V）之后，可以将 DC/DC 转换器旁路，直接使用它后面的 LDO。

当时使用 DC/DC 时，如果系统只需要低电流时，DC/DC 将会自动关闭已达到**省电**的目的。

这个特性在使用具有较高的标称电压电池时非常有用

11.2.3 nRF51822 QFN48 schematic with internal DC/DC converter

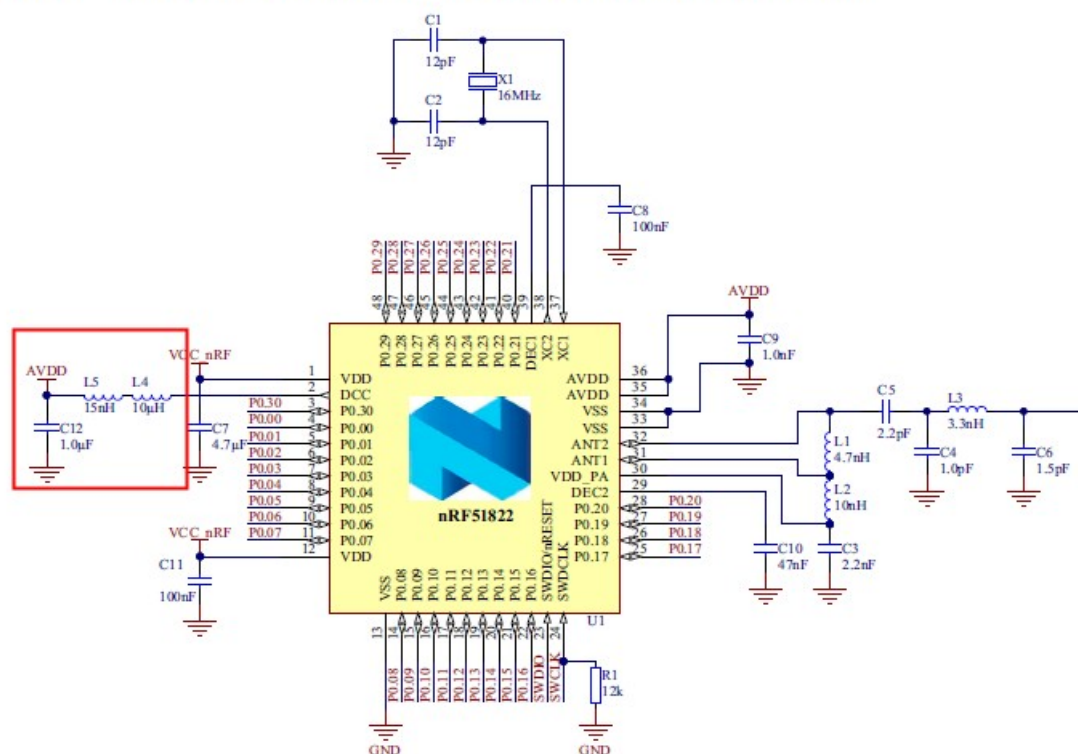


Figure 15 nRF51822 QFN48 with DC/DC converter

5.1.2 内部 LDO 模式

11.2.1 nRF51822 QFN48 schematic with internal LDO regulator

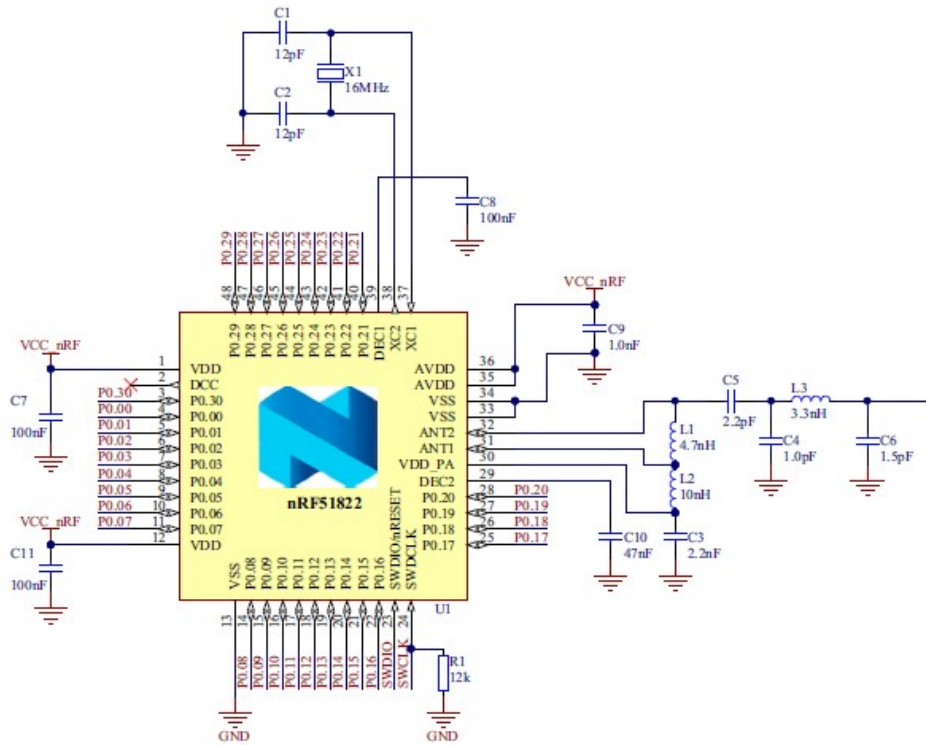
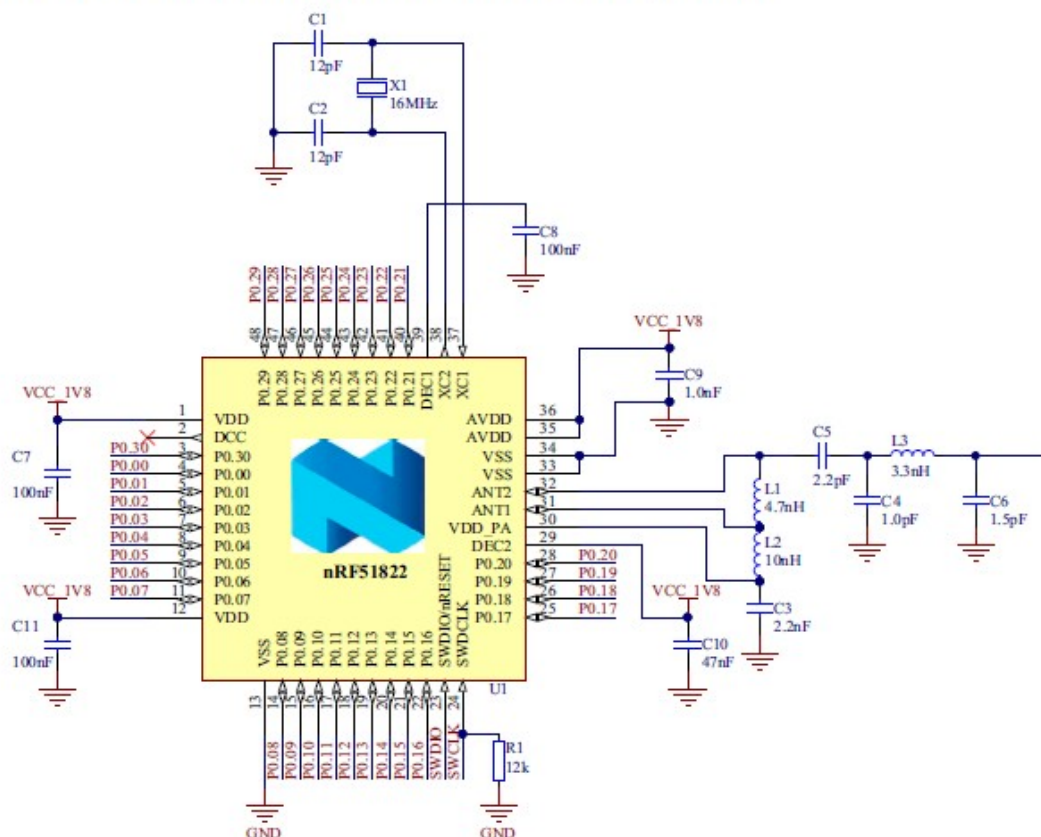


Figure 13 nRF51822 QFN48 with internal LDO regulator

5.1.3 低电压模式

系统可以使用 1.8V 的外部电压，此时电路应该如下图所示：

nRF51822 QFN48 schematic with 1.8 V low voltage mode



5.1.4 关机模式

关机（**System OFF**）模式是最**省电**的模式。在这种模式下系统内核将停止，正在运行的外设也会停止。唯一有效的只有 **reset**（重启）机制。**RAMON** 寄存器中可以设置是否保留 **RAM** 里的内容。

系统可以通过几种方式从关机模式被唤醒，GPIO 的 DETECT 信号，或者 reset 信号。当系统被唤醒后，将执行 system reset 操作。

5.1.4.1 关机模式下仿真

如果设备处于 **debug** 模式时，**system OFF** 会是一个模拟的状态，以保证 **system OFF** 状态下调试时所需的全部资源均可用。包括如下组件部分: **DAP**, **DIF**, **CLOCK**, **POWER**, **NVMC**, **MPU**, **CPU**, **CODE**, 和 **RAM**. 当 **CPU** 处于模拟的 **system OFF** 状态时，建议在系统进入 **system OFF** 的语句后面加上一个无限循环，防止 **CPU** 无法执行代码程序。

5.1.5 开机模式

System ON 是一个全操作模式，CPU 和外设的状态有可能取决于 sub power mode（子电源模式）的设置。

5.1.6 子电源模式

当 CPU 睡眠时，系统处于 System ON 时，系统可能处于以下两种电源状态中的一种：

- Constant Latency
- Low Power

当系统进入 System ON 模式时，子电源模式默认为 Low Power 状态。

5.1.7 供电监测

该模块用于检测电源电压状态，当电源电压低于安全操作（safe operation）电压时将复位系统。

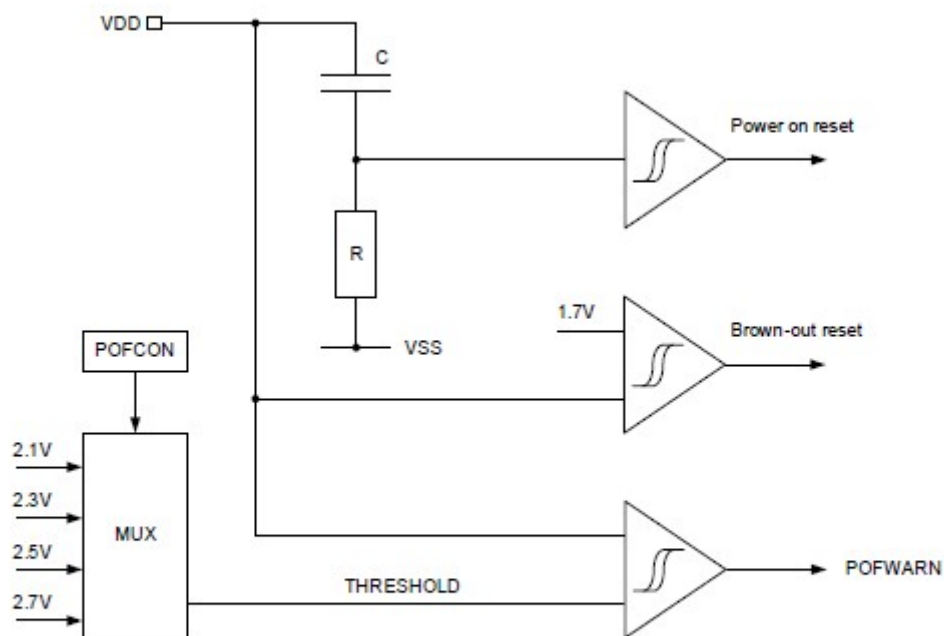


Figure 11 Power supply supervisor

5.1.7.1 供电跌落比较器

功能同上，但是不会复位系统。它会早告知 CPU 即将发生的掉电情况，并让 CPU 将正在执行的代码储存好。

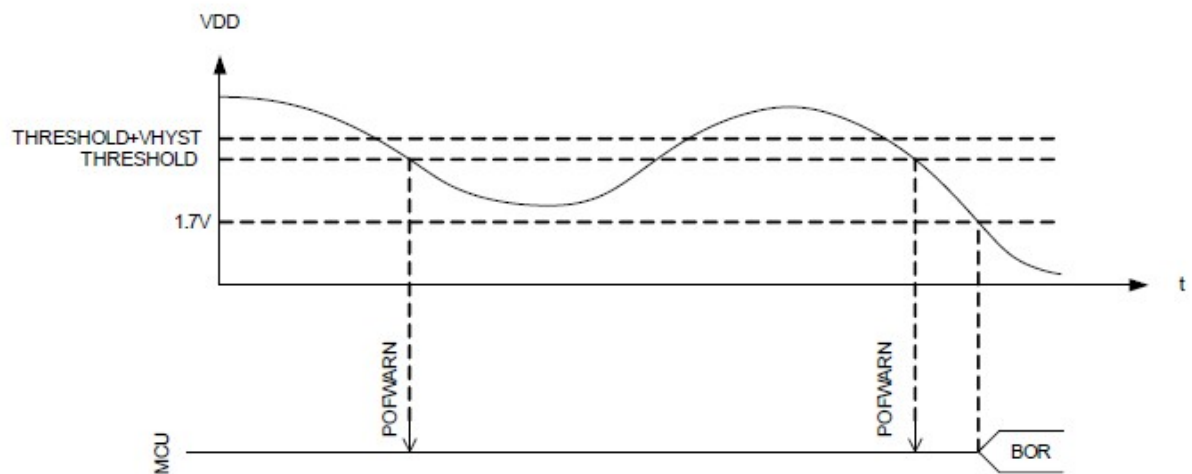


Figure 12 Power failure comparator (BOR = Brown-out reset)

5.1.8 RAM

RAM 有几个分区，并且上电（或掉电）后立即生效（或失效）。配置均保存在 RAMON 中，并且 RAMON 寄存器是可以在 system OFF 状态下被保存起来的。

5.1.9 reset

nRF51 系列芯片有多个复位源，通过查看 RESETREAS 寄存器可以看到复位原因。

5.2 POWER 的寄存器

Register	Offset	Description
TASKS		
CONSTLAT	0x078	Enable constant latency mode
LOWPWR	0x07C	Enable low power mode (variable latency)
EVENTS		
POFWARN	0x108	Power failure warning
REGISTERS		
INTENSET	0x304	Interrupt enable set register
INTENCLR	0x308	Interrupt enable clear register
RESETREAS	0x400	Reset reason
SYSTEMOFF	0x500	System off register
POFCON	0x510	Power failure configuration
GPREGRET	0x51C	General purpose retention register
RAMON	0x524	RAM on/off
RESET	0x544	Configure reset functionality
DCDCEN	0x578	DCDC enable register

Table 12 Register overview

5.3 贯穿系统的 low energy 设计

本书中所有加黑标注的，如“省电”字样，均为需要注意的节电设置，请多加留意。