

ADI病人监护仪中的典型模块

脉搏血氧仪解决方案

脉搏血氧仪系统原理和典型架构

脉搏血氧仪以非介入方式测量血液中的含氧量，它以完全饱和水平的百分比来衡量，用单一数值来表示，即所谓血氧饱和百分比，常常称之为SpO₂。该测量基于血液中血红蛋白的光吸收特性。在可见光谱和近红外光谱内，含氧血红蛋白(HbO₂)与脱氧血红蛋白(Hb)具有不同的吸收曲线。Hb吸收的红光频率的光线较多，红外光(IR)频率的光线较少。HbO₂则相反，吸收的红光频率的光线较少，红外光(IR)频率的光线较多。红光和红外光LED尽可能相互靠近，通过人体中的单一组织位置透射光线。红光和红外光LED采用时间复用处理来透射光线，因此不会相互干扰。环境光线经过估算后，从红光和红外光信号中减去。一个能够响应红光和红外光的光电二极管接收光线，然后由一个跨导放大器产生与所接收光线强度成比例的电压。光电二极管接收的红光与红外光的比值用于计算血液中的氧气百分比。根据血液流动的脉冲特性，还会在测量周期中确定并显示脉搏率和强度。

脉搏血氧仪包括发射路径、接收路径、显示和背光、数据接口以及音频报警。发射路径包括红光LED、红外光LED和用于驱动LED的DAC。接收路径包括光电二极管传感器、信号调理、模数转换器和处理器。

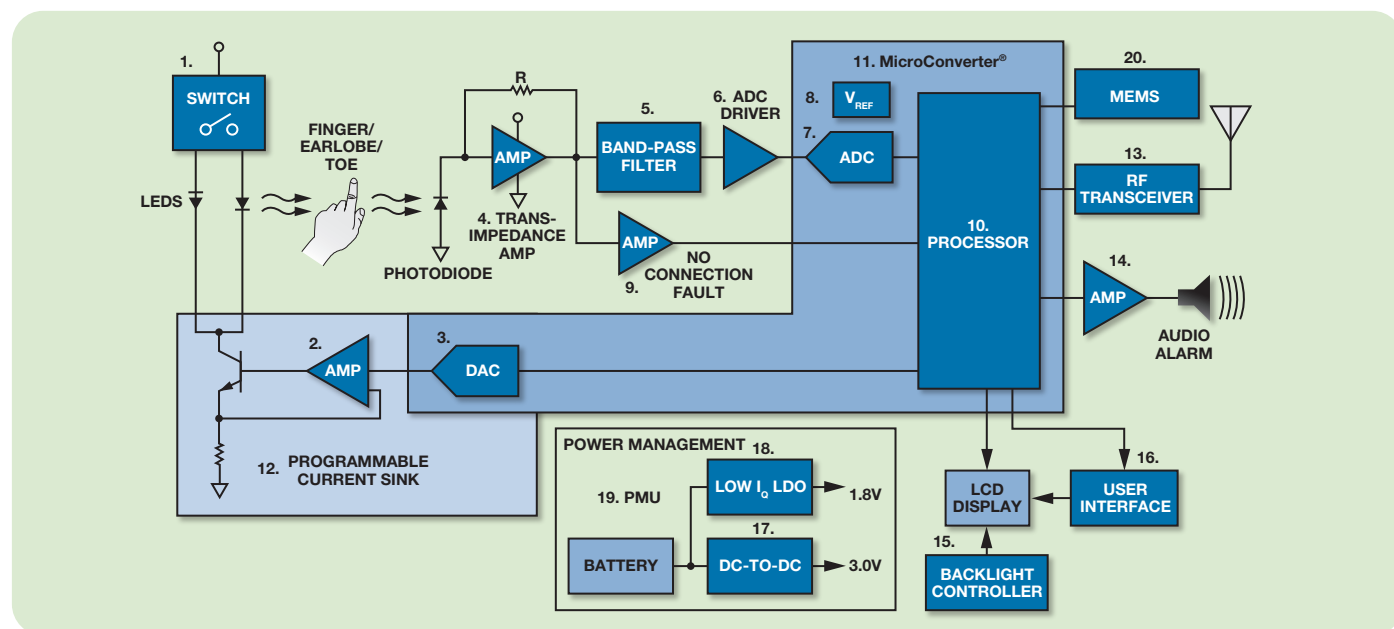
脉搏血氧仪系统设计考虑和主要挑战

设计脉搏血氧仪系统时，需要解决多个难题，如低血流灌注、运动和皮肤湿度、杂散光干扰、碳氧血红蛋白和高铁血红蛋白干扰等。

- 低血流灌注(小信号水平)。光电二极管测量需要宽动态范围和低噪声增益的信号调理，以便捕捉脉搏事件。发射和接收路径需要具有高分辨率DAC的高质量、低噪声LED驱动电路和具有高分辨率ADC的高精度模拟前端电路。
- 运动和皮肤湿度。运动会引起伪像，这可以通过软件算法来解决，或者利用ADXL345等加速度计来检测并解决。
- 杂散光干扰。使用光电二极管来响应红光和红外光，它很容易受环境光干扰。因此，用于过滤出红光和红外光目标信号的算法非常重要，这意味着信号处理更加复杂。这种情况下，需要使用具有更高信号处理能力的DSP。
- 碳氧血红蛋白和高铁血红蛋白。一氧化碳(CO)很容易与血红蛋白结合，使血液变得更像红色HbO₂，导致测得的SpO₂值虚高。血红素基中的铁处于异常状态，无法携带氧(Fe+3而不是Fe+2)，导致血红蛋白减少，SpO₂读数虚低。使用更多波长可以提高精度，但这需要更高性能的数字处理DSP。处理时间至关重要。

脉搏血氧仪功能框图

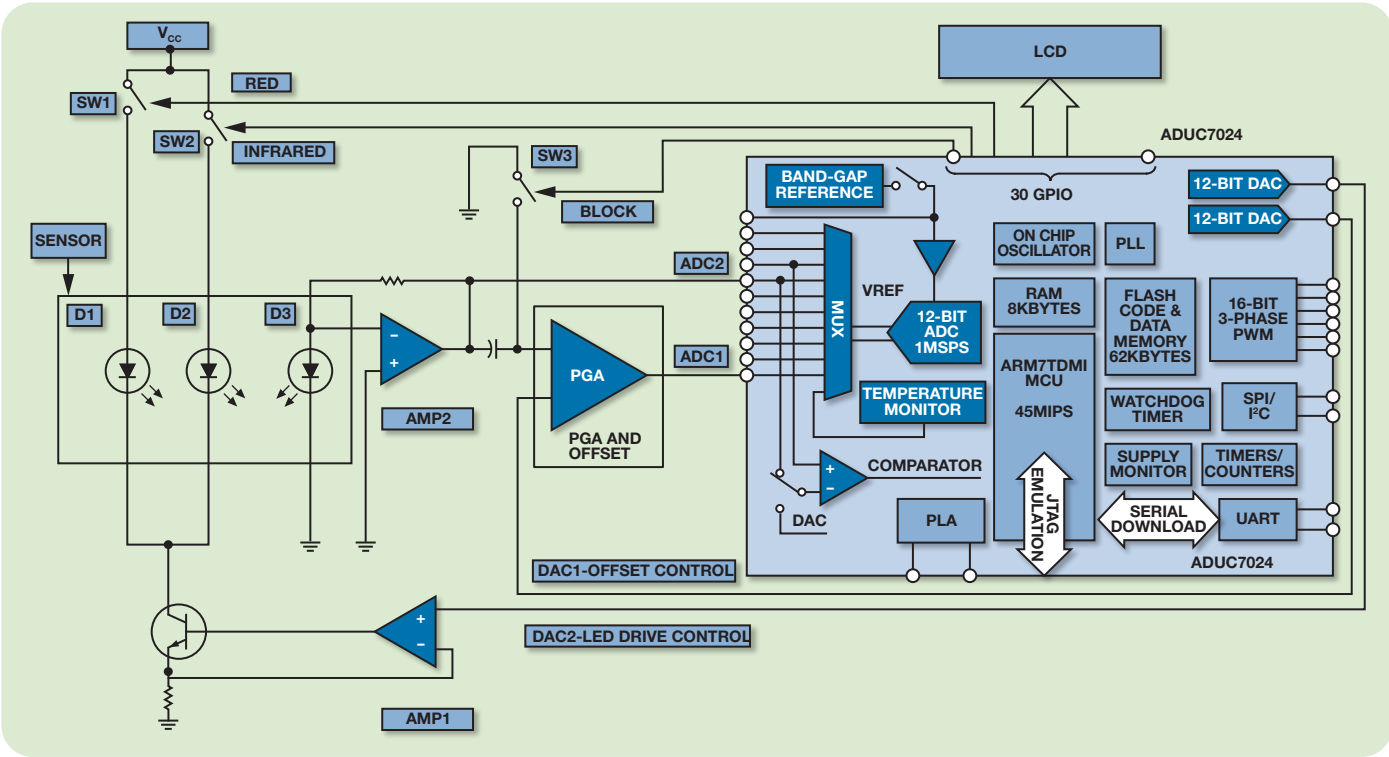
ADI公司为脉搏血氧仪设计提供种类齐全的高性能线性、混合信号、MEMS和数字信号处理技术。我们的数据转换器、放大器、微控制器、数字信号处理器、RF收发器和电源管理产品以领先的设计工具、应用支持和系统经验作为后盾。



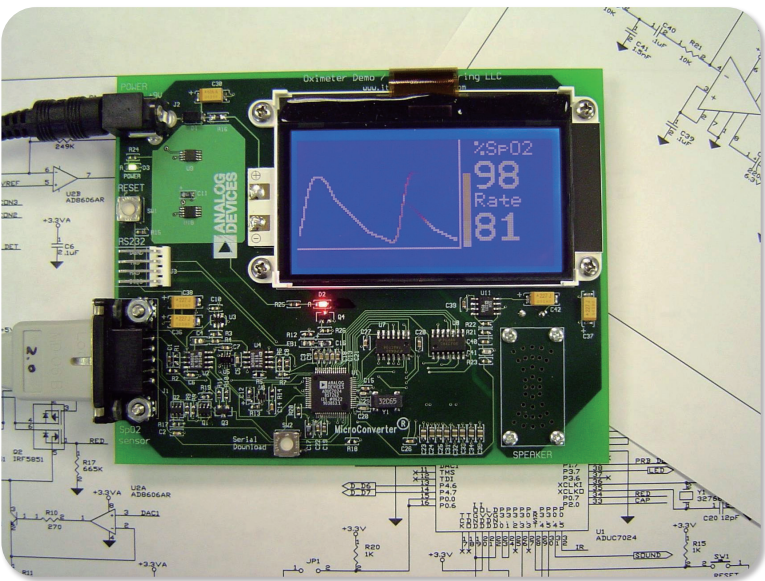
1. 模拟开关	2. 缓冲放大器	3. DAC	4. 跨导放大器	5. 带通滤波器	6. ADC驱动器	7. ADC	8. 基准电压源	9. 无连接故障放大器	10. 处理器
ADG819 ADG820 ADG823 ADG779	AD8663 AD8605 AD8606 AD817	AD5541 AD5542 AD5160	AD8065 ADA4817 ADA4004 AD8606	ADA4898-1 AD8606 AD8610 ADA4051	ADA4841-1 ADA4932-1 ADA4505 AD8606	AD7685 AD7942 AD7980 AD7683	ADR29x ADR36X ADR42X ADR43X	AD8605 AD8601 AD8613 AD8541	ADSP-BF51x ADSP-BF52x ADSP-BF592
11. 微型转换器	12. 吸电流DAC	13. RF收发器	14. 音频功率放大器	15. 背光控制器	16. 用户接口	17. DC-to-DC	18. LDO	19. PMU	20. MEMS
ADUC702x	AD5398	ADF7020 ADF7021 ADF7025	SSM2211	ADP5501 ADP5520 ADP8860 ADM8843	AD7147 AD7148	ADP1612 ADP2108 ADP3050 ADP2503	ADP170 ADP171 ADP121 ADP1720	ADP2140 ADP5023 ADP5043	ADXL345 ADXL346

注意：以上信号链是代表性的脉搏血氧仪设计。在具体设计中，模块的技术要求可能不同，但此表列出的产品代表了满足部分要求的ADI解决方案。

SpO2演示系统框图



SpO2演示系统



脉搏血氧仪应用主要产品简介

产品型号	描述	优势
ADC		
AD7980	16位、1 MSPS、1.5 LSB (24 ppm) PulSAR®差分ADC; 与18位版本AD7982、AD7986 (2 MSPS)引脚兼容。	高速、高精度; 引脚兼容的系列产品可供灵活选择
AD7685	16位、最大2 LSB INL、250 kSPS PulSAR差分ADC; 与18位版本AD7691引脚兼容	更高分辨率、更低INL, 适合高精度采样系统
Amplifiers		
AD8605	低噪声: 8 nV/√Hz; 低输入偏置电流: 最大1 pA; 低失调电压: 最大65 μV; 高开环增益: 1000 V/mV	低噪声、低偏置电流、低失调电压和高增益有助于提高系统性能
AD8065	低噪声: 7 nV/√Hz (f = 10 kHz)和0.6 fA/√Hz (f = 10 kHz), FET输入, 1 pA输入偏置电流; 电压范围: 5 V至24 V	低噪声、低偏置电流和高输入阻抗有助于实现高性能的电流到电压转换
ADA4841	低宽带噪声: 2.1 nV/√Hz和1.4 pA/√Hz; 低1/F噪声: 7 nV/√Hz @ 10 Hz和13 pA/√Hz @ 10 Hz; 轨到轨输出	适合作为ADC驱动器, 容性负载驱动能力高达10 pF; 低噪声适合小信号调理
DAC		
AD5541/ AD5542	全16位性能, 1 LSB INL精度, 1.5 MSPS更新速率, 1 μs建立时间; 无缓冲输出能够驱动60 kΩ负载	低噪声和低功耗适合高性能便携式应用
AD5398	10位DAC, 120 mA输出吸电流能力, 31 kSPS更新速率, 250 μs建立时间	较高的吸电流能力, 集成电流检测电阻, 简化SpO2发射电路应用
Processor		
ADuC7xxx	精密模拟微控制器; 12位模拟I/O; ARM7TDMI MCU; 40 MIPS MCU速度	SoC, 与信号高度集成, 此外MCU有利于小尺寸应用; 存储器更大, 便于数据存储
ADSP-BF592	ADSP-BF592是Blackfin处理器产品系列的低成本入门级处理器, 提供400 MHz内核时钟速度和丰富的外设集	强大的数据处理能力和灵活的外设接口, 成本低, 可降低BOM成本
ADSP-BF51x	ADSP-BF51x产品是高度集成的片上系统解决方案, 适合下一代嵌入式网络连接应用, 提供400 MHz内核时钟速度和丰富的外设集	具有增强的因特网和用户连接功能的低成本、低功耗通用器件
ADSP-BF52x	ADSP-BF52x系列提供良好的可扩展性, 奇数型号为600 MHz产品, 偶数型号为400 MHz产品, 具有丰富的外设集和连接选项	集高性能、高效率、高系统集成度于一体的低功耗处理器, 可以实现高度优化的设计
Analog Switch		
ADG820	导通电阻平坦度: 最大0.25 Ω; 低导通电阻: 125°C时最大0.8 Ω; 200 mA载流能力	极低的导通电阻可保证信号集成度和质量
Voltage Reference		
ADR43x	超低噪声基准电压源, 具有吸电流和源电流能力; A级: 0.15%精度和10 ppm/°C	吸电流和源电流; 简单的驱动器电路; 低漂移和高精度有利于提高ADC采样性能
MEMS accelerometer		
ADXL345/ ADXL346	小巧纤薄的超低功耗3轴加速度计, 可以对高达±16 g的加速度进行高分辨率(13位)测量; 输出数据为16位格式	非常适合移动设备应用, 例如SpO2运动检测; 低功耗模式可降低功耗
Capacitance to Digital Converter		
AD7147	含片内环境校准的集成CDC; 13个输入通道, 通过开关矩阵与16位、250 kHz Σ-Δ型ADC相连	高集成度, 可实现按钮、滚动条和滚轮; 传感器仅需一个PCB层, 可实现超薄系统。
Audio Power Amplifiers		
SSM2211	1.5 W输出; 高度稳定的相位裕量: >80度; 低失真: 0.2% THD + N @ 1 W输出; 宽带宽: 4 MHz	低失真音频功率放大器, 适合音频应用; 可在低至1.75 V的电压下继续工作, 适合电池应用
Backlight Driver		
ADP5520	带I/O扩展器的背光驱动器, 高效率异步升压转换器最多可驱动6个白光LED	能够控制滚动条背光强度、开关时序、调光, 从而节省宝贵的电池电力
RF/IF ICs		
ADF702x	高性能ISM和授权频段收发器	允许器件在强干扰下工作, 高灵敏度, 低功耗
Power Management		
ADP2503	600 mA、2.5 MHz降压-升压DC/DC转换器, 38 μA典型静态电流	电路设计所需的外部元件更少、电感更小, 适合便携式应用
ADP121	5.5 V输入, 150 mA低静态电流, CMOS LDO	低静态电流, 适合高精度应用, 简单易用
ADP2140	5.5 V输入、3 MHz、600 mA、低静态电流降压转换器和300 mA LDO调节器	集成开关调节器和LDO, 易于使用

Circuits From The Lab™ 脉搏血氧仪实验室电路

实验室电路是经过特别设计和测试的子系统级构建模块，方便设计人员轻松快捷地实现系统集成。

- 利用10 μ A零输入交越失真运算放大器 ADA4505-2、精密分流基准电压源 ADR1581 和双通道单刀双掷开关 ADG1636，实现高精度、低功耗、低成本脉搏血氧仪红外光和红光LED的电流测量 (CN0125) — www.analog.com/zh/CN0125

设计工具

ADIsimOpAmp: 放大器参数评估工具

www.analog.com/zh/ADIsimOPamp

欲查看其他脉搏血氧仪资源、工具和产品信息，请访问：

www.analog.com/zh/healthcare/pulse-oximetry

欲申请样片，请访问：

www.analog.com/zh/sample

亚洲技术支持中心 4006-100-006

模拟与其他线性产品

china.support@analog.com

嵌入式处理与DSP产品

processor.china@analog.com

免费样片申请

www.analog.com/zh/sample

ADI在线技术论坛

www.analog.com/zh/forum

网址

www.analog.com/zh/CIC