

## 预测并追求您的极限！

作者：Jan-Hein Broeders，欧洲医疗保健业务开发经理

### 内容提要

过去，一般针对身体不适或确诊患者进行生命体征监护；而如今，我们监控这些参数则是为了预测突发状况。一般可通过监测心率测量某人的身体状况或寻找身体极限。本文描述ADI公司的一种全新集成电路，有助于监测心率。此外，该电路还能监测心脏行为，提供心脏反馈信息和ECG波形。

在所有生物电测量中，最常用的是ECG和心率测量，因为它们能有效地指示身体状况。它们使您能安全地锻炼，并提供身体状况改善和锻炼成果的反馈。运动中获取的心率数据鼓励您尽情地挥洒汗水，而不会过度锻炼或用力过猛。持续跟踪心率可让您监测心脏输出，以便表明在整个健身过程中是否处于安全运动状态。此外，在较长的时间段内监测心率可获得长期进展的反馈。如果可以在不提高心率的情况下以更高的强度水平进行锻炼，那么这就意味着您比以前更强壮有效了。

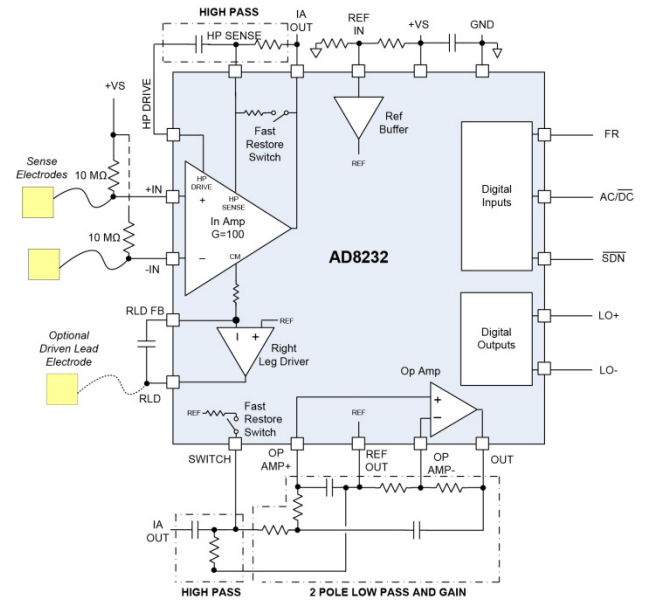


图1.

AD8232是一款全新的低功耗集成式信号调理前端，针对ECG和其他生物电测量开发。可通过接触或非接触测量方式监测心率。它使用两个或三个电极从人体获取心电信号。

该芯片可将来自电极的微弱并带有嘈杂的信号转换为经过滤波的大信号，以便微控制器内置的独立模数转换器(ADC)能轻松将其数字化。

### 信号链描述

图2显示了AD8232的简化电路图，其在原理上可视为四个独立的子功能。它包含一个仪表放大器、一个支持低通滤波的放大器级、一个右腿驱动(RLD)放大器和一个片内基准电压缓冲器。

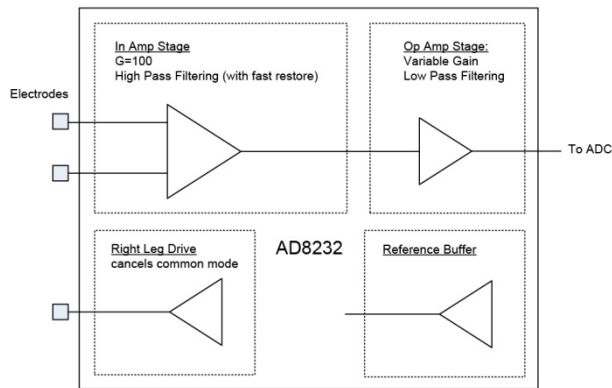


图2. AD8232简化框图

信号链上的关键功能是仪表放大器。其平衡输入级可提供至少80 dB共模抑制比。连接人体的电极直接与该放大器的高阻抗输入节点相连，该节点输入阻抗为100 mΩ。该级集成100 V/V固定增益，放大施加于输入端的小信号。由于此高增益下的直流失调很容易使输入放大器饱和，因此采用2极点高通滤波器将其耦合；它能抑制电极的半电池电位，并过滤运动伪像。

第二级包含一个运算放大器，可使信号的增益额外增加11 V/V，将总增益设为1100 V/V，并将最大差分输入信号限制为2.7 mV p-p。然而，该器件具有过压保护，因此超过最高电平的输入电压会使输出失真，但不会损坏器件。运算放大器可配置为2极点低通滤波器，以便消除线路噪声和其他干扰。输出信号是AD8232输入端的干净、放大版本ECG信号。根据信号的处理方式，该器件可用作“心率监护仪”设备或中等性能ECG系统。

AD8232针对低功耗、单电源工作设计，因此它的接地必须抬高至固定基准电平(伪接地)，首选ADC中间电平或共模电压电平，用于后续信号链。集成式基准放大器缓冲该电压，以便设置AD8232内部的公共基准点。可以使用两个电阻将基准电压设为任意首选电平，或者使用ADC基准电压输出。如果ADC没有内置基准电压，则可以使用AD8232的REF输出作为ADC基准电压。该比例式测量具有很高的精度水平，且不会马上需要绝对精度。

## 滤波的重要性

由人体获得的信号很弱且很嘈杂，从而对运动相关的伪像很敏感。由于这个原因，滤波对于获取有用的信号很重要。输入放大器可同时提供增益和高通滤波。它能为微弱的ECG信号带来100 V/V增益，同时抑制电极失调电压；电极失调最高可达±300 mV。

第一个滤波器的-3 dB截止频率为 $FHP1 -3\text{ dB} = 100/(2\pi R1C1)$ 。由于放大器的增益和反馈架构，滤波器截止频率比一般预计值高100倍。图3显示了实现最优信号传输的放大器和各种滤波器级电路图。

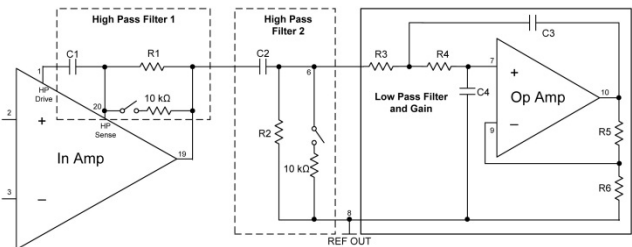


图3. AD8232的滤波部分

第一级后跟一个交流耦合网络，表示第二极点。截止频率由常规的一阶高通滤波器设置，即 $FHP2 -3\text{ dB} = 1/(2\pi R2C2)$ 。两个高通滤波器组合总共产生-40 dB/十倍频程滚降。

下一个滤波器级支持二阶低通滤波器，采用Sallen-Key配置。此滤波器很重要，可以消除运动伪像，并校正基线。建议截止频率大约25 Hz。该放大器级的输出在+V<sub>s</sub>到地的范围内摆动不超过100 mV，因此可以使用AD8232之后ADC的几乎整个动态范围，从而在ADC和AD8232由同一个电源供电时最大程度提升系统分辨率。

## 右腿驱动放大器

另一个放大器称为右腿驱动放大器，是一个集成式放大器，提供第三个电极的连接。RLD可用于调理病人/用户与AD8232器件之间的共模电压。该RLD有助于优化AD8232的性能，但并非必须功能。RLD连接使应用更能免受外界干扰——比如市电50 Hz/60 Hz噪声、开关模式电源，以及新LED灯、荧光灯和其他照明系统的辐射。

## 导联脱落检测和快速恢复模式

AD8232可以监控某电极何时从病人或用户身上断开连接。用户可以选择采用直流或交流导联脱落检测。在直流导联脱落检测模式下，系统检测电极的输入电压。当某一个电极的输入变为高电平时，相应的LO-或LO+引脚便被标记，以便向操作人员或用户发出警报。此外，如果AD8232仅使用两个电极工作(无RLD)，那么可以采用交流导联脱落检测模式。该器件可向电极输入100 kHz小激励电流，检测电极何时断开连接。由于仅使用两个电极，AD8232无法检测从人体脱落的是哪一个电极。在交流导联脱落检测期间，仅标记LO+引脚。

AD8232另一项很有用的功能是快速恢复模式。为了支持该项功能，当其中一个导联在其输入端发生突变时，AD8232自动调节到较高的滤波器截止频率。例如，AD8232可以放在全功能训练器或跑步机等健身器械的把手上。当用户握住把手时，该功能就会帮助器件恢复功能，更快地提供有效的测量结果。

建立信号后，滤波器操作自动改变，改善系统的整体噪声表现。图4显示使能和不使能快速恢复模式情况下的建立时间。

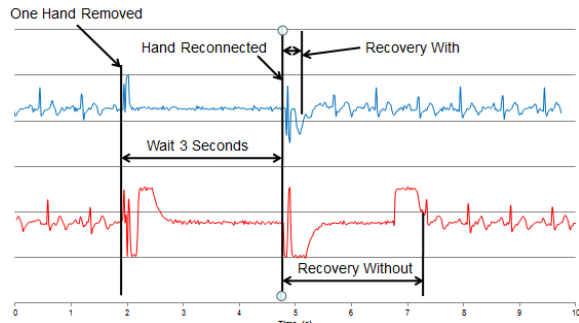


图4. 使能和不使能快速恢复模式下的AD8232建立时间

## 何处使用AD8232

该ECG测量电路或心率前端电路针对各种应用而开发。它可用于医疗保健以及运动和休闲应用。很多医疗保健系统要求采用低引脚数ECG测量，比如便携式ECG监护仪、医用心率监护仪、低端除颤器和自动体外除颤器(AED)。这些应用要求ECG监护仪测量心脏活动，并在提供除颤器脉冲的前一刻进行同步。

一个快速增长且完全不同的市场是运动和锻炼市场。运动期间测量心率有助于运动员改进锻炼程序，并决定最佳锻炼水平。AD8232对此提供了解决方案。

该器件的模拟输出可让系统集成商自主选择ADC和微控制器。ADI提供内置ADC的ARM Cortex™-M3处理器，分辨率范围从12位至24位。其中一款推荐的产品是ADuCRF101。但如果需要使用独立的ADC，那么ADI还有其他产品可供选择，比如低功耗12位AD7170或16位AD7171，它们的功耗分别为125 μA和135 μA。这些器件可以采用和前端相同的电源电压供电，以便最大程度降低总功耗，延长电池使用时间。如果应用通过市电供电，则需要一个电流隔离栅来保持病人或用户的安全。ADI iCoupler®系列提供隔离电源高达5 kV的电流隔离，有助于满足这些要求。

## 结论

总而言之，AD8232是一款非常小巧的全功能构件块，可用于各种心脏监护应用中。该器件提供4 mm × 4 mm小型封装，功耗极低且价格具有竞争力，可支持医疗保健、家庭护理和运动市场。

## 参考文献

[www.analog.com/healthcare](http://www.analog.com/healthcare)

## 资源

分享本文

facebook

twitter