

适用于电化学传感器的运算放大器

Tom Au-Yeung, 产品应用工程师

摘要

本文将探讨适合乙醇和一氧化碳(CO)等电化学气体传感器应用的运算放大器。还将讨论此类应用所需的放大器性能, 帮助便携式设备以更低功耗准确测量乙醇和CO, 并获得更理想的结果。

简介

电化学气体检测元件需要恒定的偏置才能正常准确地运行, 这可能会消耗大量功率。当器件处于空闲或休眠模式时, 正常的电源管理系统往往会试图让这些器件都保持关断状态。然而, 电化学传感器需要数十分钟甚至几个小时才能稳定下来。因此, 检测元件及其偏置电路必须处于“始终接通”状态。此外, 对于使用单节AA电池的消费电子应用, 所需的偏置电压通常非常低。

MAX40108是一款低功耗、高精度运算放大器(运放), 工作电源电压低至0.9 V, 专为仪器仪表类应用而设计。此外, 该器件具有

轨到轨输入和输出特性, 典型电源电流消耗仅25.5 μ A, 并且随着时间和温度变化, 其典型零漂移输入失调电压为1 μ V。因此, 非常适合各种低功耗应用, 例如乙醇和CO气体传感器等消费电子产品。

概述

图1显示了乙醇或CO等电化学传感器的框图。系统中采用了低压运算放大器, 后者直接由1.5 V AA/AAA电池供电, 为电化学传感器提供偏置电流, 而系统的其余部分则处于休眠模式, 以节省功耗。第一个运放U1为电化学传感器的参比电极供电。第二个运放U2配置为跨导放大器, 将传感器的电流输出转换为电压输出, 经放大后由微控制器进行数字化处理。电压信号通过MAX44260(即U3)放大, 它是一款1.8 V、15 MHz、低失调、低功耗、轨到轨输入/输出(I/O)运算放大器。ES代表电化学传感器。

[点击此处](#)可在线获取该电化学传感器的原理图。

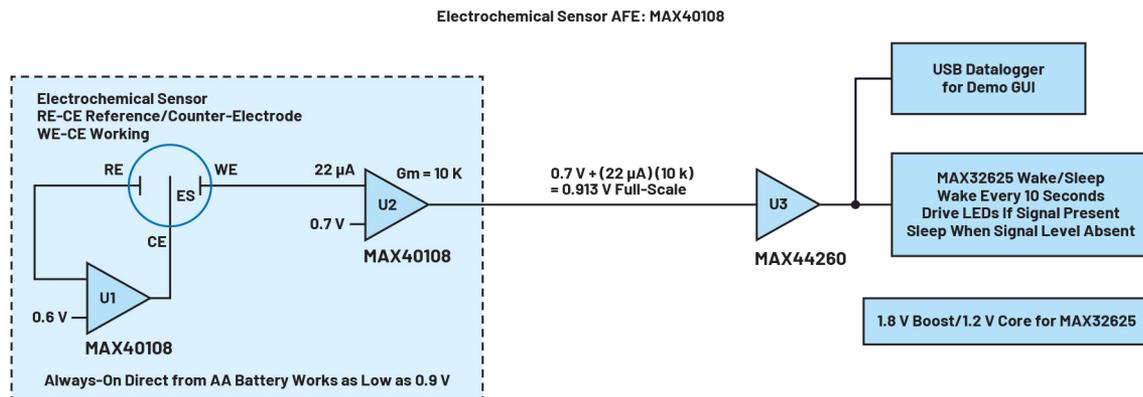


图1. 使用MAX40108的电化学传感器的框图

乙醇传感器评估

在乙醇传感器评估中，使用的传感器是图2所示的SPEC 3SP_Ethanol_1000封装110-202。

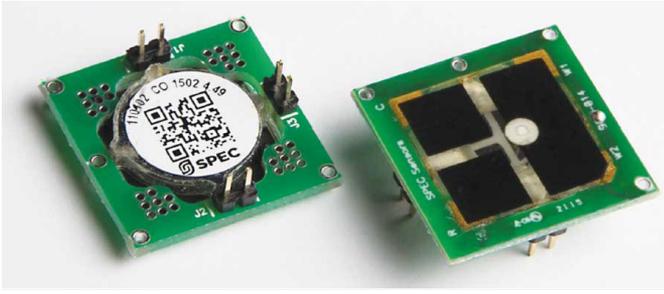


图2. 乙醇传感器SPEC 3SP_Ethanol_1000封装110-202

此SPEC乙醇传感器产生与捕获的气体量成比例的电流。它是一个三电极器件：WE、RE和CE。

WE：工作电极。WE偏置电压为0.7 V，用于检测气体蒸气。

RE：参比电极。此RE在电解质中提供0.6 V偏置电压的稳定电化学电位，不接触气体蒸气。

CE：对电极(CE)。

当存在气体时，CE导电。导电水平与气体浓度成正比，这样系统就可以对气体浓度进行电测量。

在该气体传感器评估中，气体颗粒需要与SPEC传感器物理接触。换句话说，乙醇传感器基本上只测量传感器本身所在位置存在的气体。因此，为了准确有效地检测乙醇和CO等气体，应将传感器放置在预计气体浓度会扩散到的位置。在此实验中，将棉签浸入乙醇溶液中，并将其放在SPEC传感器的正前方。

图3显示捕获到乙醇蒸气，如蓝色曲线所示。绿色曲线是包括微控制器在内整个系统的电流消耗，典型值为90 mA。然而，当 $V_{DD} = 0.9\text{ V}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 时，MAX40108本身的电流消耗仅为25.5 μA ，如图4所示。

当处于空闲模式时，微控制器每10秒唤醒一次，进行乙醇蒸气监测。当存在蒸气时，微控制器开始测量蒸气浓度，如蓝色曲线所示。红线显示AA电池电压约为1.5 V，黄线为CE电压。

为了观察乙醇传感器对蒸气浓度的响应度，将棉签移至离传感器更远的位置。捕获的结果如图5所示。正如预期的那样，蒸气浓度的幅度（蓝色曲线）相应地减小了。



图3. 乙醇传感器的性能

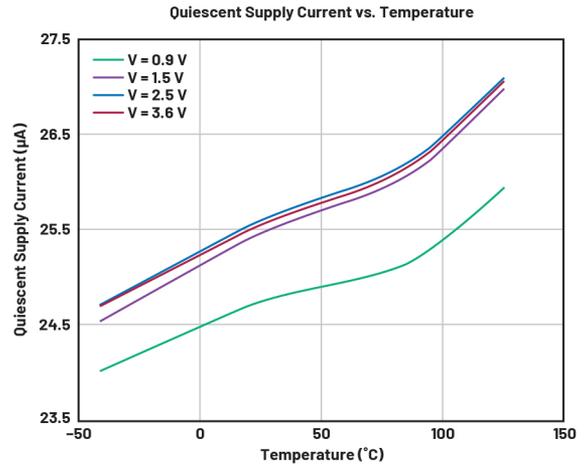


图4. 在各种电源电压下和工作温度范围内的电流消耗

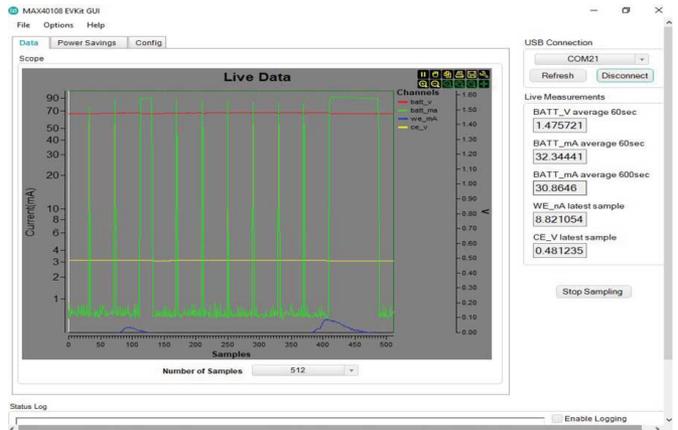


图5. 蒸气远离SPEC传感器时乙醇传感器的性能

CO传感器评估

与乙醇不同，CO是一种潜在有毒气体，汽油甚至无害蜡烛燃烧不完全时都会产生一氧化碳。因此，当进行CO气体实验时，采取适当的通风措施以确保健康和安全非常重要。在CO传感器评估中，我们使用蜡烛在遮住的广口瓶中产生CO气体，并使用相同的传感器SPEC 3SP_Ethanol1000封装110-202来捕获CO气体浓度。

图6显示捕获到CO气体，如蓝色曲线所示。绿色曲线是包括微控制器在内整个系统的电流消耗，典型值为90 mA。

与乙醇评估一样，当处于空闲模式时，微控制器每10秒唤醒一次，进行CO气体监测。当检测到该气体时，微控制器开始测量其浓度，如蓝色曲线所示。红线显示AA电池电压约为1.5 V，黄线为CE电压。

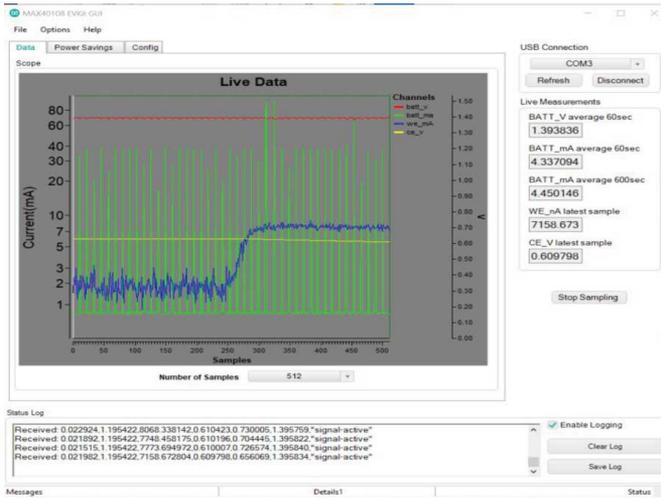


图6. MAX40108 CO传感器的性能

结论

为使消费电子和工业应用能够准确测量乙醇和CO气体，需要一种工作电源电压低至0.9 V的低功耗、高精度运算放大器。MAX40108器件专为有效捕获和测量乙醇和CO等常见气体而设计，电流消耗低至25.5 μ A，尺寸仅为1.22 mm \times 0.92 mm，采用8引脚WLP封装。该放大器具有关断模式，可进一步节省功耗，对于可穿戴设备、便携式医疗系统和工业物联网(IoT)（例如压力、流量、液位、温度和接近测量），这一特性优势至关重要。



作者简介

Tom已在Maxim（现为ADI公司的一部分）工作了20多年。他在射频/无线和模拟技术方面，例如混频器、放大器、功率放大器、压控振荡器、ADC和DAC等，拥有丰富的经验。

他拥有加州州立理工大学（美国加利福尼亚州圣路易斯奥比斯波）的电气工程学士学位和圣克拉拉大学（美国加利福尼亚州圣克拉拉）的电气工程硕士学位。

