

Circuits from the Lab® Reference Designs

Circuits from the Lab® reference designs are engineered and tested for quick and easy system integration to help solve today's analog, mixed-signal, and RF design challenges. For more information and/or support, visit www.analog.com/CN0332.

连接/参考器件

ADA4897-2	1 nV/√Hz、低功耗、轨到轨输出双通道运算放大器
AD8027	低失真、高速轨到轨输入/输出运算放大器
ADCMP601	轨到轨、超快速、2.5 V至5.5 V、单电源TTL/CMOS比较器
ADP1720	50 mA、高压、低功耗线性稳压器

磁阻(MR)式转速传感器

评估和设计支持

电路评估板

[CN0332评估板\(EVAL-CN0332-PMDZ\)](#)

设计和集成文件

[原理图](#)、[布局文件](#)、[物料清单](#)

电路功能与优势

图1所示电路是一个单电源、低成本、高速磁阻(MR)信号调理器，其PCB尺寸非常小。

该完整的信号调理解决方案可放大磁阻传感器的小输出电压，并将其转换为数字输出信号，输出信号的上升和下降时间小于5 ns，均方根抖动约为100 ps。

该电路为工业和汽车应用中的高速旋转检测提供了一种紧凑、高性价比、稳健的解决方案，是霍尔效应传感器的出色替代方案。

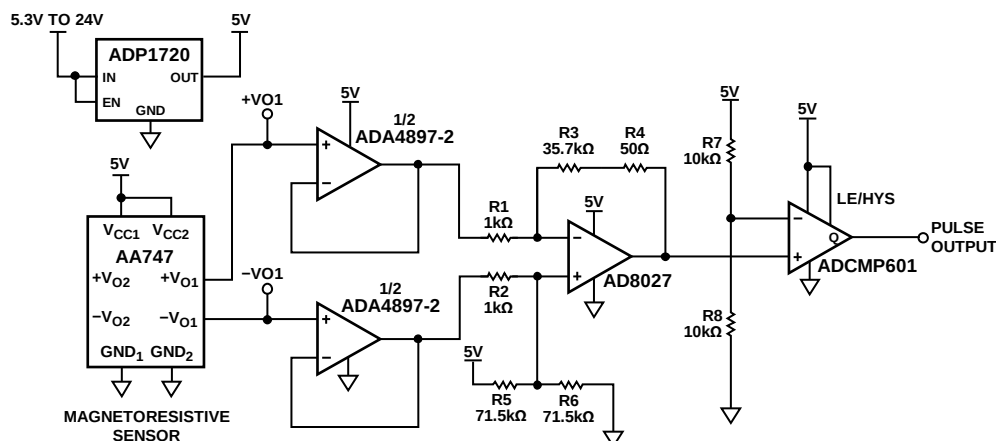


图1. 磁阻转速检测应用电路
(简化原理图：未显示所有连接和去耦)

Rev. 0

Circuits from the Lab® reference designs from Analog Devices have been designed and built by Analog Devices engineers. Standard engineering practices have been employed in the design and construction of each circuit, and their function and performance have been tested and verified in a lab environment at room temperature. However, you are solely responsible for testing the circuit and determining its suitability and applicability for your use and application. Accordingly, in no event shall Analog Devices be liable for direct, indirect, special, incidental, consequential or punitive damages due to any cause whatsoever connected to the use of any Circuits from the Lab circuits. (Continued on last page)

电路描述

AA747 Sensitec MR传感器的输出来自一个电桥，当共模电压为电源电压的一半时，其典型输出电压为30 mV p-p至100 mV p-p。电桥输出阻抗约为3 kΩ。

传感器的小信号输出首先由运算放大器ADA4897-2缓冲。双通道运算放大器ADA4897-2具有高带宽(G = +1时为230 MHz)和轨到轨输入/输出特性，是传感器信号的理想缓冲器。电压噪声仅为1 nV/√Hz。

然后，缓冲的差分信号施加于运算放大器AD8027，其配置为差动放大器，增益由下式给出：

$$Gain = \frac{R3 + R4}{R1},$$

其中，R1 = R2，R5||R6 = R3 + R4。

共模电压2.5 V由R5/R6分压器提供。

该电路的元件值为：R1 = R2 = 1 kΩ，R5 = R6 = 71.5 kΩ，R3 = 35.7 kΩ，R4 = 50 Ω。这些值提供的增益为35.75。

反馈电阻由R3 + R4构成，因此可以使用标准电阻值来获得所需的35.75 kΩ值。

AD8027也是高带宽(G = +1时为190 MHz)、轨到轨放大器，压摆率为100 V/μs。它能在高增益下保持稳定，非常适合放大磁阻传感器的小信号输出。

AD8027的输出驱动ADCMP601，后者是一款超快速单电源轨到轨TTL/CMOS比较器，传播延迟仅有3.5 ns，最小脉冲宽度为3 ns。

低压差线性稳压器ADP1720用于将电路与恶劣环境下可能存在的噪声隔离开。

ADA4897-2、AD8027、ADCMP601和ADP1720全都采用小型封装，例如TSOT、MSOP和SC-70等，使电路非常适合要求极小PCB面积的应用。

磁阻传感器

磁阻是铁磁性材料的特性，在有外部磁场的情况下，其电阻会改变。磁阻(MR)元件是通过沉积透磁合金(20% Fe、80% Ni)薄膜而产生，使其具有优选的磁化方向。当外部磁场与透磁合金平面平行，但与电流流向垂直时，透磁合金的内部磁化矢量将旋转一个角度α，导致透磁合金的电阻相对于该角度发生变化。这一关系可通过下面的数学公式来表述。R0和ΔR是透磁合金的特性，ΔR的典型范围是2%到3%。

$$R = R_0 + \Delta R \cos^2 \alpha$$

当α为0时，MR元件的电阻最大。以上公式是非线性的，但利用双色条磁极可将其线性化，使其在一定范围内提供线性响应(参见电路笔记CN-0323：磁阻角度测量)。

完整的MR传感器由4个配置为桥型的磁阻元件构成，产生接近线性的差分输出信号。另外，4个MR元件的固有温度系数因为桥型配置而互相抵消。

对于低磁场应用，MR传感器具有很高的磁场灵敏度，可以很好地取代霍尔效应传感器。MR传感器之所以受欢迎，是因为其工作方式是非接触式，因而不存在损耗和摩擦。其结构坚固，可靠性高，对振动和机械应力相对不敏感。MR传感器具有宽工作频率范围(0 Hz至1 MHz)、高工作温度、低成本、小尺寸和快速响应时间等特性。其灵敏度非常高，可以测量弱磁场，并能检测零速度，因而特别适合转速检测应用。MR传感器在工业和汽车应用中非常受欢迎。

与霍尔效应传感器相比，MR传感器的输出电压更大，因而信噪比和EMC性能更好。由于其灵敏度更高，因此MR传感器与目标轮子之间的空气间隙可以更大。传感器外壳和机械设置的容差也可以放宽，从而降低设计的成本和复杂度。MR传感器的性价比也更高，因为它不像霍尔效应传感器那样需要磁体，相关成本也就不存在。

因此，MR传感器非常适合用来检测转速，在工业和汽车应用中特别受欢迎。

转速检测

图1所示应用电路利用磁阻传感器测量转速，然后将其转换为脉冲输出。

与使用感性传感器的转速测量应用相比，MR传感器的输出信号电平不随转速而改变，因而无需用来处理宽动态范围的复杂调理电路。此外，该相对简单的调理电路可产生低抖动的脉冲输出。

MR传感器通过测量铁磁标记之间的周期来检测转速，可从被动目标的齿轮或主动目标的磁性元件开始。此类应用中，当磁力线相对于目标齿轮位置发生改变时，MR传感器的电阻随之改变。

MR传感器能够测量低至0 Hz的极慢速旋转。图2所示正弦波是MR传感器检测被动齿轮一个齿的典型输出。当磁力线与运动方向平行时，输出电压达到峰值。正弦波的一个周期(T)相当于一个轮齿，因此，正弦波的周期乘以齿数(n)便得到转一圈的周期。转速(rpm)等于周期的倒数，如下式所示：

$$RPM = \frac{1}{nT}$$

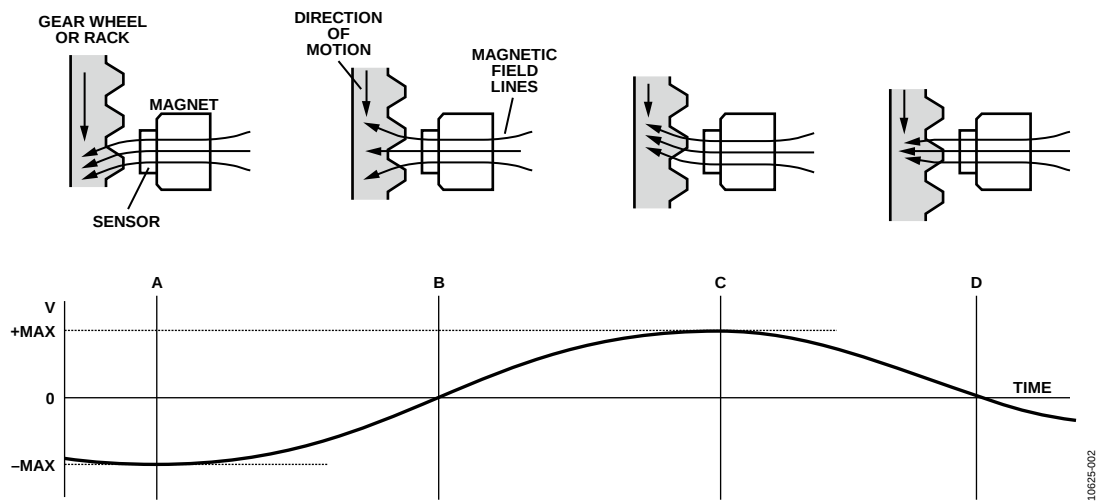


图2. MR传感器输出

脉冲测量

使用EVAL-CN0332-PMDZ评估板中的实际MR传感器(Sensitac AA747)进行测试时，AD8027增益放大器和ADCMP601比较器的最终输出如图3所示。

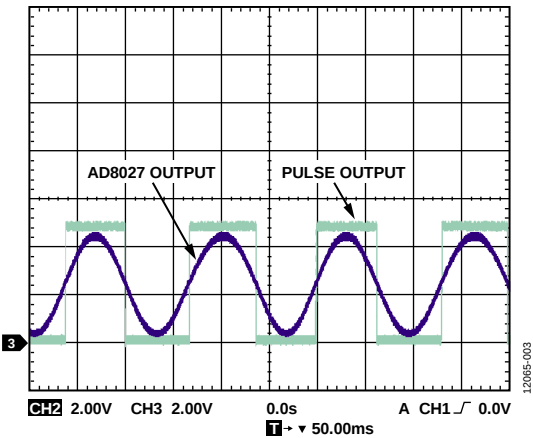


图3. 7.5 Hz MR传感器输入对应的AD8027输出和比较器输出
(垂直比例：2 V/刻度；水平比例：50 ms/刻度)

从图4所示测试设置获得的1 MHz仿真MR信号的上升时间和下降时间分别为3.80 ns和3.23 ns。均方根抖动为101.1 ps，如图4所示。

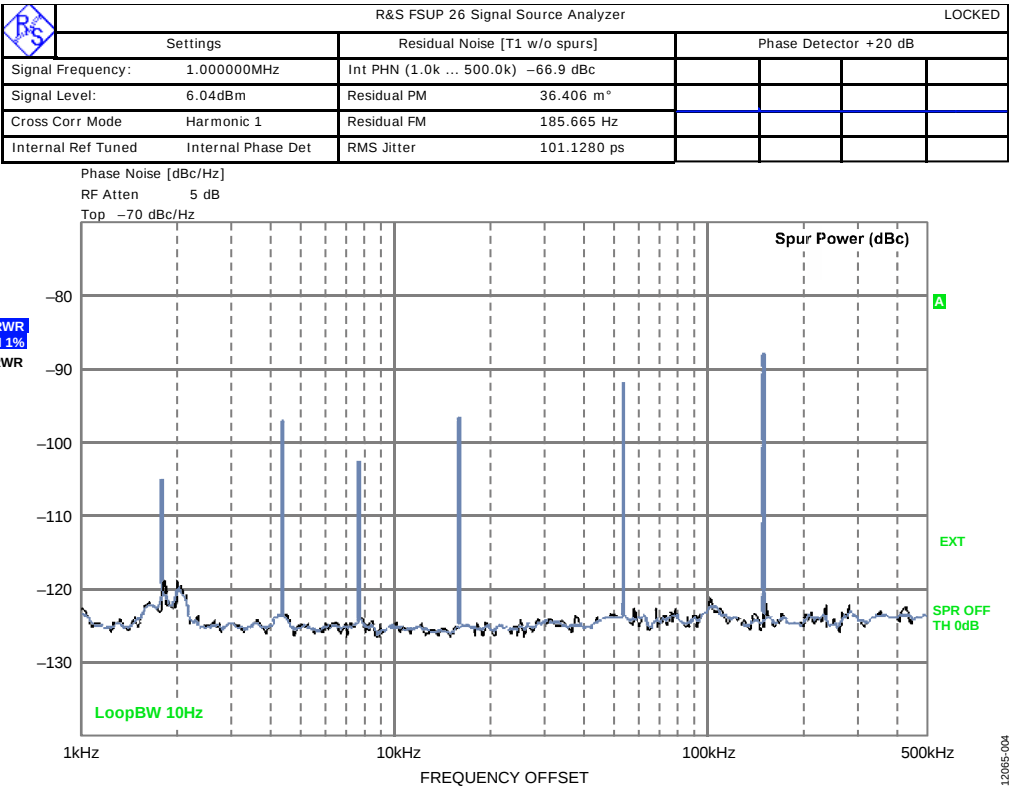


图4. 1 MHz仿真MR信号下的相位抖动

欲查看完整原理图和印刷电路板的布局，请参见CN-0332设计支持包：www.analog.com/CN0332-DesignSupport。

常见变化

本应用电路所用的器件是根据精度、低噪声和高速度要求而选择。ADI公司拥有广泛的高性能放大器，使用其他产品也能获得类似的性能。

ADA4895-2和ADA4896-2与ADA4897-2相似，均为高速、低噪声、低功耗双通道轨到轨放大器，可以考虑用作替代器件。ADA4528-2是零漂移放大器，可提供更好的漂移性能。

AD8027是一款具有轨到轨输入和输出的高速放大器，工作电压低，并专门针对高性能和宽动态信号范围进行了优化。AD8045、ADA4899-1和AD8099也是适合该电路的替代器件。AD8028是AD8027的双通道版本，适合需要多个通道的应用。

ADCMP601采用6引脚SC-70封装；ADCMP600是其变化形式，采用5引脚SC-70和SOT-23封装；ADCMP602采用8引脚MSOP封装。

电路评估与测试

设备要求

- EVAL-CN0332-PMDZ 评估板
- Agilent 33500B系列波形发生器(或具有双通道输出的等效AWG)
- Agilent 3631A直流电源(或等效设备)
- Agilent 53210A RF计数器(或等效设备)

测试设置

测试设置的框图如图5所示。双通道波形发生器用于模拟磁阻传感器的输出，其直流偏移设置为内部基准源电压的一半。电源为CN0332评估板提供5.5 V电压。波形发生器产生两个相位相差180度的1 MHz信号，这两个信号在内部同

步，用以模拟差分信号MR输出。两个信号的直流偏移均设置为2.5 V，连接到CN0332评估板的+VO1和-VO1孔眼。测试时AA747传感器断开连接。但是，如果信号发生器的输出阻抗较低(50 Ω或更低)，则传感器可以保持连接，因为其输出阻抗为3 kΩ，低阻抗信号发生器会覆盖传感器输出。如果使用板载AA747 MR传感器，应将传感器靠近外部磁体放置。

RF计数器读取评估板的脉冲输出。确保电源、波形发生器、RF计数器和CN0332评估板具有相同的地。电源和计数器通过12引脚PMOD连接器连接。

CN0332评估板的照片如图6所示。

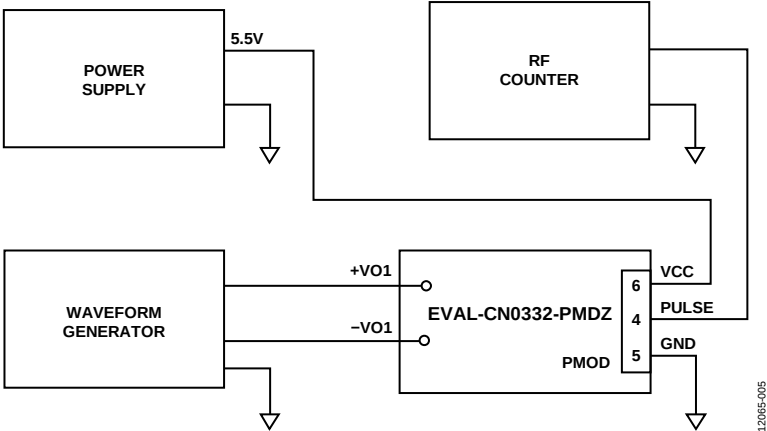


图5. CN0332评估板测试设置



图6. EVAL-CN0332-PMDZ评估板

CN-0332

了解详情

CN-0332 Design Support Package:

www.analog.com/CN0332-DesignSupport

CN0323 Circuit Note, *Magnetoresistive Angle Measurement*, Analog Devices.

MT-035 Tutorial, *Op Amp Inputs, Outputs, Single-Supply, and Rail-to-Rail Issues*. Analog Devices.

MT-101 Tutorial, *Decoupling Techniques*. Analog Devices.

AA700 Application Note, *AMR Freepitch Sensors for Angle and Length Measurement*, Sensitec.

数据手册和评估板

[ADA4897-2 Data Sheet](#)

[AD8027 Data Sheet](#)

[ADCMP601 Data Sheet](#)

[ADP1720 Data Sheet](#)

修订历史

2014年1月—修订版0： 初始版

(Continued from first page) Circuits from the Lab reference designs are intended only for use with Analog Devices products and are the intellectual property of Analog Devices or its licensors. While you may use the Circuits from the Lab reference designs in the design of your product, no other license is granted by implication or otherwise under any patents or other intellectual property by application or use of the Circuits from the Lab reference designs. Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, Circuits from the Lab reference designs are supplied "as is" and without warranties of any kind, express, implied, or statutory including, but not limited to, any implied warranty of merchantability, noninfringement or fitness for a particular purpose and no responsibility is assumed by Analog Devices for their use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from their use. Analog Devices reserves the right to change any Circuits from the Lab reference designs at any time without notice but is under no obligation to do so.

©2014 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.
CN12065sc-0-1/14(0)

