

# HAL815

可编程线性霍尔传感器

## 目录

页码	章节	
<b>3</b>	<b>1.</b>	<b>简介</b>
3	1.1.	主要应用
3	1.2.	特点
4	1.3.	标号代码
4	1.4.	工作结温范围(T <sub>J</sub> )
4	1.5.	霍尔传感器产品代码
4	1.6.	可焊性
4	1.7.	引脚连接及简略描述
<b>5</b>	<b>2.</b>	<b>功能描述</b>
5	2.1.	一般功能
7	2.2.	数字信号处理和EEPROM
9	2.3.	校准程序
9	2.3.1.	一般程序
10	2.3.2.	角辨向器的校准
<b>11</b>	<b>3.</b>	<b>规范</b>
11	3.1.	外形尺寸
11	3.2.	敏感区域尺寸
11	3.3.	敏感区域位置
12	3.4.	最大绝对额定值
12	3.5.	推荐运行条件
13	3.6.	电特性
14	3.7.	磁特性
14	3.8.	断路识别
14	3.9.	过压和欠压识别
15	3.10.	典型特征
<b>17</b>	<b>4.</b>	<b>应用笔记</b>
17	4.1.	应用电路
17	4.2.	并行使用 2 只 HAL 815
17	4.3.	温度补偿
18	4.4.	欠压
18	4.5.	外围温度
18	4.6.	EMC和ESD
<b>19</b>	<b>5.</b>	<b>传感器的编程</b>
19	5.1.	编程脉冲的定义
19	5.2.	报文的定义
21	5.3.	报文
22	5.4.	数字格式
23	5.5.	寄存器信息
23	5.6.	编程信息

## 可编程线性霍尔传感器

### 1. 简介

HAL 815是Micronas 公司可编程线性霍尔传感器系列中的新成员。作为HAL 800系列传感器的新成员，它具有开路，过压欠压检测，且可以对并行连接在同一供电电压上的不同传感器分别编程。

HAL 815是一个基于霍尔效应的单线性输出通用磁场传感器。该传感器的设计和生产采用亚微米CMOS技术，它常结合旋转或移动磁体来测量角度或距离。主要特征如磁场范围，灵敏度，静态输出电压(在 $B=0mT$ 时的输出电压)，且可以通过编程一个非易失性存储器来改变输出电压范围。该传感器具有比率输出特性，即输出电压与磁通量和供电电压成正比。

HAL 815具有带一个开关偏置补偿的温度补偿霍尔极板，一个A/D转换器，数字信号处理单元，一个带输出驱动的D/A转换器，一个带冗余和标准数据锁存的EEPROM存储器，一个用于对EPROM读写的串行，所有引脚都具有保护功能等特点。内部数字信号处理单元对模拟量偏移，温漂，机械应力处理，提高传感器的精确度。

HAL815的编程可以通过调制供电电压来完成，无需额外的引脚编程。它的编程允许直接调节2点校正输出电压到输入信号(如机械角度，距离或电流)。每个传感器在客户的制造过程可能需要个别调整。这个校准程序，传感器的公差，磁铁，机械及定位，可以在最后装配。这为目前需要机械调整和激光微调校准系统提供了一个低成本的选择方案

此外，首先霍尔集成电路的温度补偿适合于所有普通磁性材料；其次，规定了灵敏的霍尔传感器温度系数。这就保障了传感器能够高精度地工作在全温度范围之内。

使用一台电脑和Micronas公司的应用包，个别传感器特性的计算和EEPROM的编程容易被做到。

该传感器典型工作电压为5 V，工作环境温度范围为 $-40^{\circ}C$ 至 $150^{\circ}C$ ，它常被用于敌对工业和汽车应用设计中。HAL 815采用TO-92UT含铅超小封装。

#### 1.1. 主要应用

由于HAL 815具有通用编程功能，它应用在以下系统最佳:

- 遥控分压计；
- 角度传感器；
- 距离测量；
- 磁场和电流测量。

#### 1.2. 特点

- 比例电压输出和内置DSP的高精度线性霍尔效应传感器
- 多个可编程磁特性存储在具有冗余和锁定功能的非易失性存储器(EEPROM)
- 开路(地和电源线突变检测)、过压和欠压检测
- 可逐个编程或通过选择拉低输出脚来编几个并联在相同供电电压上的传感器，通过它的输出引脚选择传感器。
- 温度特性可编程可匹配所有常见的磁性材料
- 可编程的钳位功能
- 通过调制供电电压来编程
- 工作环境温度 $-40^{\circ}C$  up to  $150^{\circ}C$
- 工作电压为4.5 V至 5.5 V and 最大运行在8.5 V
- 工作电压和温度范围内发生错误总数不会超过2.0%
- 工作磁场范围:静态磁场和动态磁场最大2 kHz
- 所有管脚具有过压和反向电压保护
- 在机械应力下磁特性表现超强鲁棒特性
- 具有短路保护的推挽输出
- EMC和ESD最优化设计

# HAL 815

## 1.3. 标号代码

HAL 815在封装表面（或打有烙印的边）上有一个标志。这个标志包括传感器的型号和温度范围。

Type	Temperature Range		
	A	K	E
HAL 815	815A	815K	815E

## 1.4. 工作结温范围 (T<sub>J</sub>)

Micronas公司生产的霍尔器件制定了芯片工作温度(结温T<sub>J</sub>)。

**A:** T<sub>J</sub> = -40 °C to +170 °C

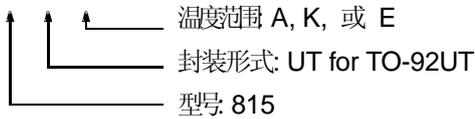
**K:** T<sub>J</sub> = -40 °C to +140 °C

**E:** T<sub>J</sub> = -40 °C to +100 °C

周围环境温度(T<sub>A</sub>)和结温的关系请参阅第18页4.5节内容。

## 1.5. 霍尔传感器产品代码

HALXXXPA-T



举例: **HAL815UT-K**

→ 型号: 815

→ 封装: TO-92UT

→ 温度范围: T<sub>J</sub> = -40°C to +140°C

霍尔传感器可提供多种版本的包装和数量。更详细资料, 请参阅小册子: “Ordering Codes for Hall Sensors”。

## 1.6. 可焊性

封装形式TO-92UT: 符合IEC68-2-58

在再流焊和手工焊接时, 霍尔传感器的本身温度不应超过260°C。

原包装组件在极端环境下为40°C和90%相对湿度下存储期限从印制在封装上的日期号起至少12个月。

## 1.7. 管脚连接及简略描述

Pin No.	Pin Name	Type	Short Description
1	V <sub>DD</sub>	IN	供电电压和编程引脚
2	GND	Ground	
3	OUT	OUT	推挽输出和选择引脚

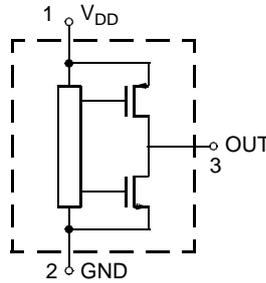


图. 1-1: 引脚配置

## 2. 功能描述

### 2.1. 一般功能

HAL 815是一款提供了一个与通过霍尔极板的磁通成正比，且与供电电压(转换比率)成正比的输出电压的霍尔传感器。

外部磁场分量垂直于封装带有印记的一侧产生霍尔电压。Hall芯片是对磁场南北两极敏感的。这个电压转换成数字值，数字信号处理单元(DSP)根据EEPROM寄存器的设置进行处理，再转换成模拟电压，推挽输出稳定信号。DSP的功能和参数请参阅第7页2.2节的内容。

多个传感器可以并行连接在同一个供电电源线上，而且可以对它们单独编程。每个传感器的选择通过它的输出引脚来完成。

如果V<sub>DD</sub>或GND线断开，开路可检测到一个已定义的输出电压。在保障高精度和高偏移稳定性的条件下，内部温度补偿电路和偏移补偿断路器能运行在超出满温度很小范围内。该电路对给封装机械压力引起的偏移量有抵制作用。非易失性存储器包含有多余的EEPROM单元。此外，此传感器集成电路在所有引脚上配置了过压和反压保护。

通过设置EEPROM存储器的LOCK寄存器可以使存储器的编程功能锁定。这个寄存器不能复位。

只要没有设置LOCK寄存器，传感器的输出特性就可以通过对EEPROM寄存器编程来调节。此传感器集成电路通过对供电电压调制来取地址(如图2-1所示)。供电电压在4.5 V至5.5 V范围内，传感器产生模拟输出电压。在检测到一个命令后，传感器读或写存储器并在输出引脚回应一个数字信号。在通讯期间模拟输出被关闭。

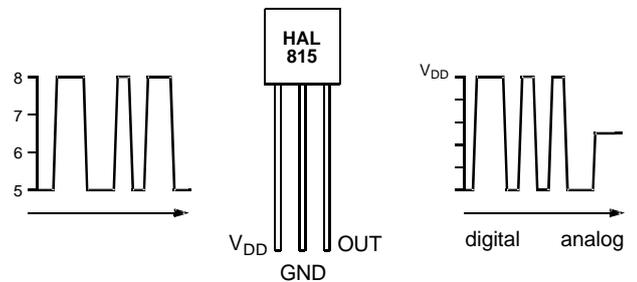


图. 2-1: 调制V<sub>DD</sub>来编程

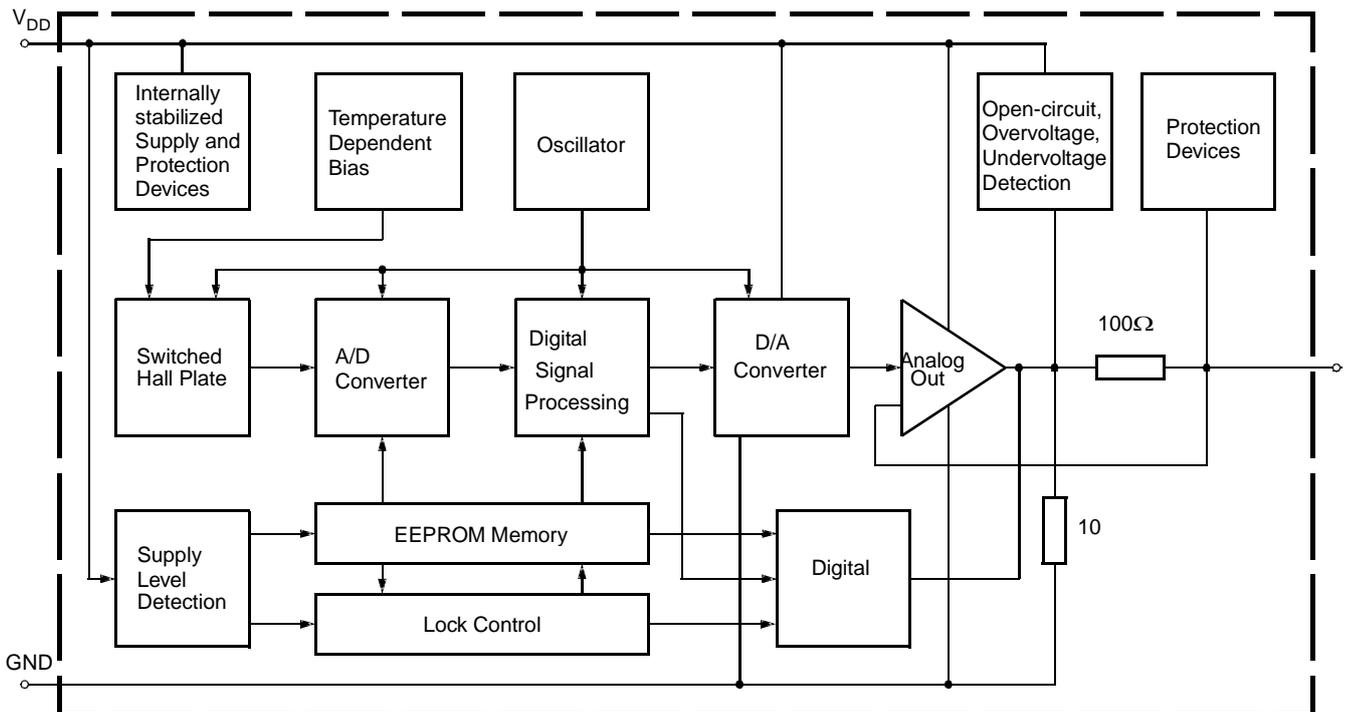


图. 2-2: HAL 815 方框图

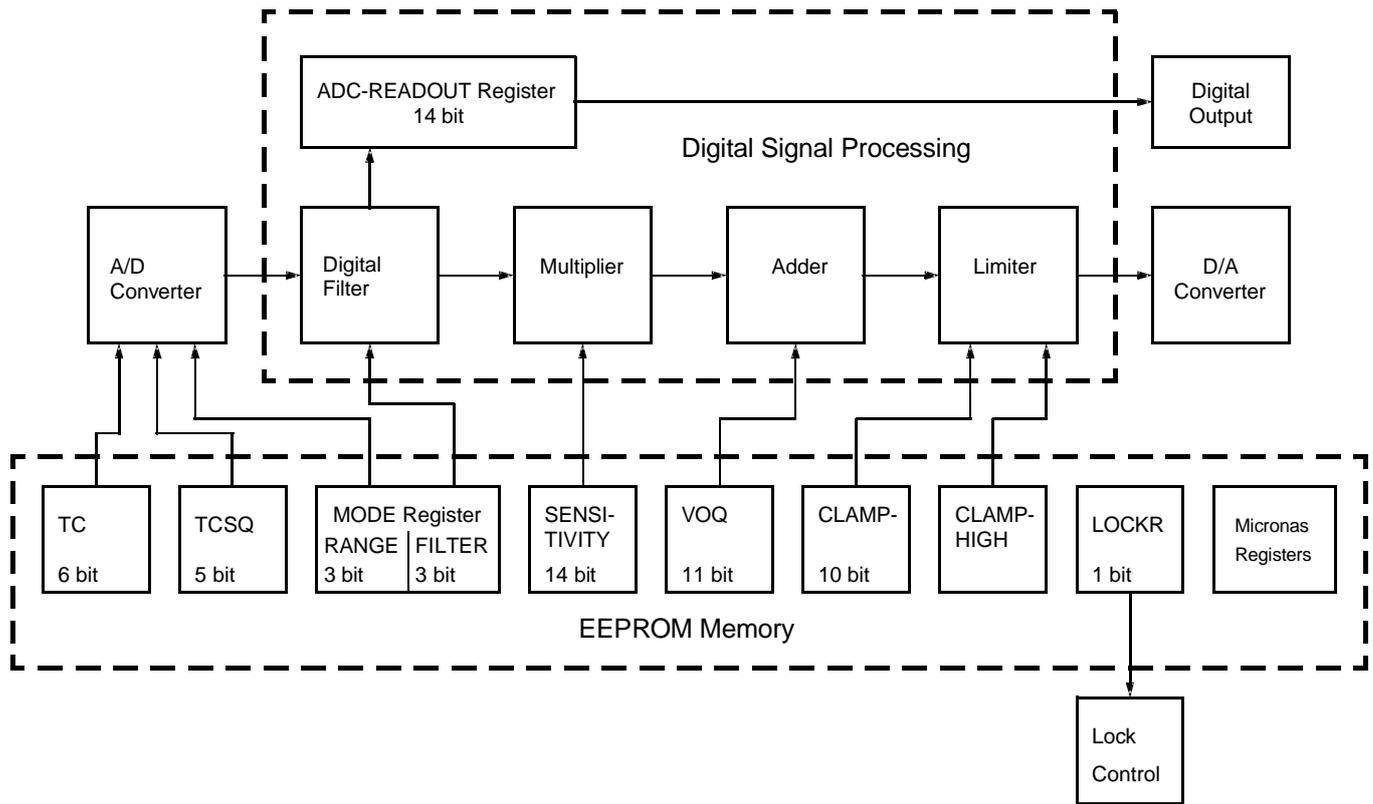


图. 2-3: EEPROM和DSP的详细资料

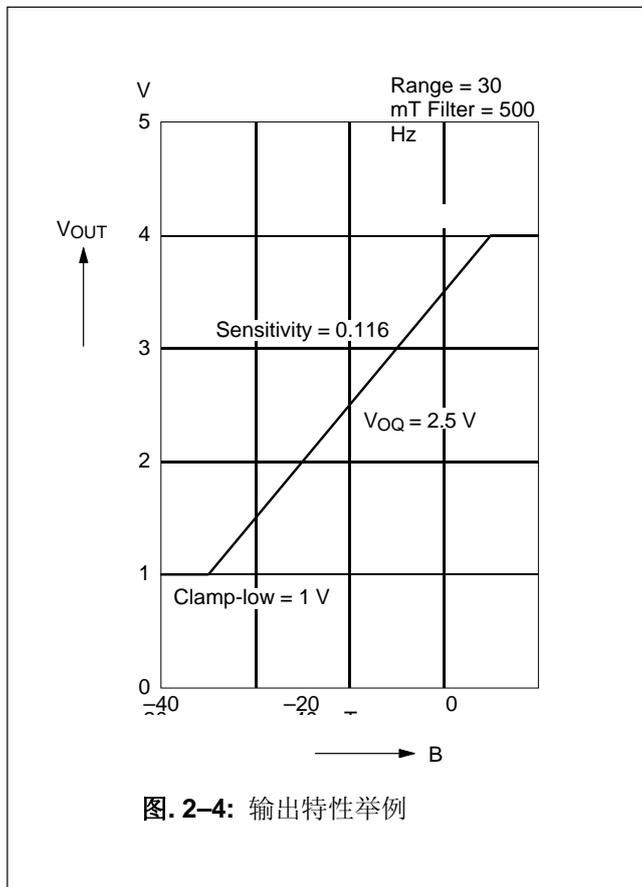


图. 2-4: 输出特性举例

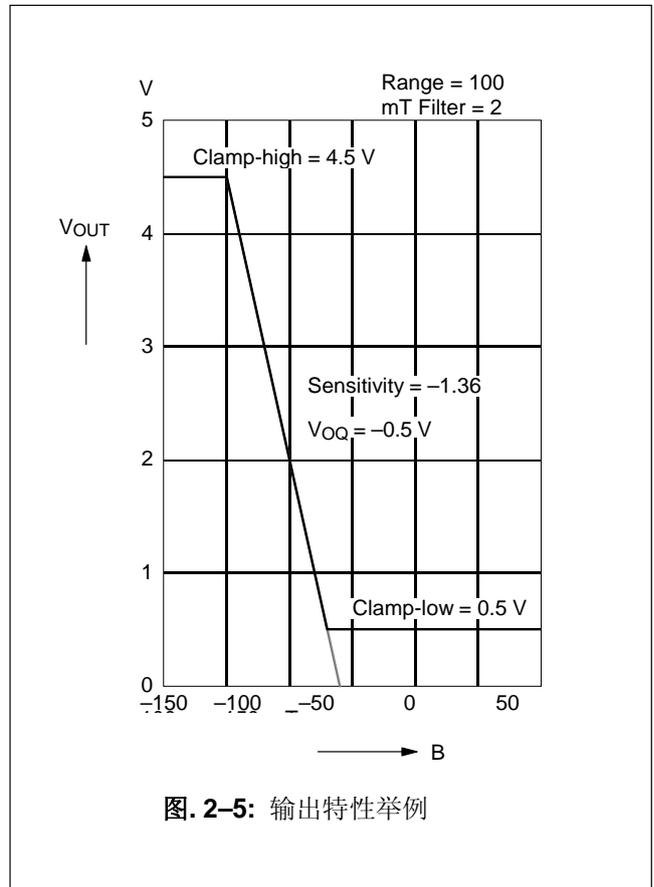


图. 2-5: 输出特性举例

## 2.2. DSP和EEPROM

DSP是此传感器的主要组成部分，它主要完成信号调整。DSP的参数都存储在EEPROM寄存器里，详细内容见图2-3。

### 术语:

灵敏性: 寄存器的名称和寄存器的值

灵敏性: 参数名称

EEPROM寄存器包含有3类:

第一类包含传感器适应有磁系统的寄存器: **MODE**选择磁场范围和滤波频率, **TC**和**TCSQ**磁场灵敏度的温度特性。

第二类包含定义输出特性的寄存器: **SENSITIVITY**, **VOQ**, **CLAMP-LOW**, 和**CLAMP-HIGH**。传感器的输出特性由这4个参数定义(见图2-4和图2-5的例子)。

- $V_{OQ}$  (输出静止电压) 在  $B = 0$  mT情况下对应的输出电压。
- 参数的灵敏度由磁场的灵敏度决定。

$$\text{Sensitivity} = \frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta B}$$

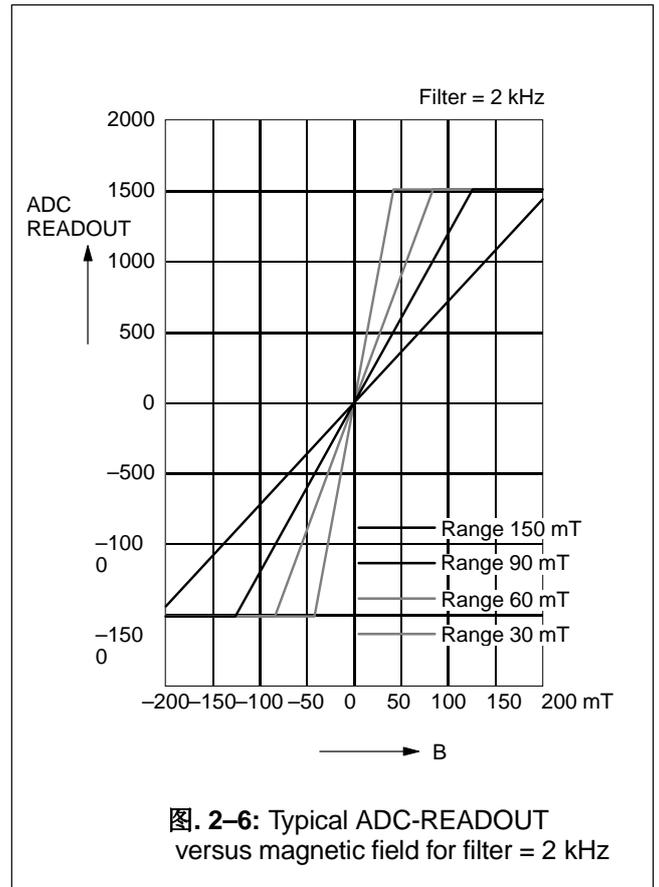
- 输出电压可由下面的公式计算:

$$V_{OUT} \sim \text{Sensitivity} \times B + V_{OQ}$$

输出电压范围的箝位可设置 **CLAMP-LOW** 和 **CLAMP-HIGH** 寄存器使能故障检测(如  $V_{DD}$  或  $GND$  短路和开路)。

第三类包含 **Micronas** 寄存器和锁定所有寄存器的 **LOCK** 寄存器。**Micronas** 寄存器在生产期间就被编程和锁定, 对客户只读。这些寄存器用来对振荡器频率微调, A/D 转换器偏移补偿, 以及其他一些特殊设置。

外部磁场在霍尔极板上产生霍尔电压。ADC转换器将已放大的正负霍尔电压(加在封装上有印记的边上的磁南北极)转换成数字值。负值与加在封装上有印记的边上的磁北一致。数字信号经过内部低通滤波, 且可从 **ADC-READOUT** 寄存器里读出。可编程霍尔集成电路的磁场范围中 A/D 转换器的运行范围从  $-30$  mT...+30 mT至  $-150$  mT...+150 mT。



在进一步处理期间, 数字信号是灵敏度因数的倍数加上静止输出电压, 且限制在箝位电压范围内。这个结果转化成模拟信号, 通过推挽电路稳定输出。

在任何给定的磁场内ADC-READOUT既依赖于被编程的磁场范围也依赖于滤波频率。如图2-6所示, 滤波频率为2 kHz的不同磁场范围内的典型ADC-READOUT值。最大ADC- READOUT值与最小ADC- READOUT值之间的关系和滤波频率设置见下面表格。

Filter Frequency RANGE	ADC-READOUT
80 Hz	-3968...3967
160 Hz	-1985...1985
500 Hz	-5292...5290
1 kHz	-2646...2645
2 kHz	-1512...1511

**注:** 在应用设计过程中，应该考虑霍尔集成电路的校准和运行期间没有超过ADC-READOUT的最大和最小值。因此，最大和最小磁场可能发生在不应该使A/D转换器饱和的特殊应用运行范围。在磁场高或低，限制磁场范围时，请注意A/D转换器的饱和。在特殊磁场范围和真实的运行范围之间选择大的安全带宽有助于避免任何饱和。

## Range

RANGE位是MODE寄存器的最低3位；它们定义A/D转换器的磁场范围。

Magnetic Field Range	RANGE
-30 mT...30 mT	0
-40 mT...40 mT	4
-60 mT...60 mT	5
-75 mT...75 mT	1
-80 mT...80 mT	6
-90 mT...90 mT	2
-100 mT...100 mT	7
-150 mT...150 mT	3

## Filter

FILTER是MODE寄存器的最高3位；它们定义数字低通滤波器的-3 dB频率。

-3 dB Frequency	FILTER
80 Hz	0
160 Hz	1
500 Hz	2
1 kHz	3
2 kHz	4

## TC and TCSQ

依赖于磁场灵敏度的温度能适应与各种不同的磁场材料，补偿温度给磁感应强度带来变化。通过对TC(温度系数)和TCSQ(二次温度系数)寄存器的编程来适应。因此，依赖磁灵敏度的温度倾斜和曲率等于磁体和传感器的结合。结果，输出电压特性可以修正在满温度范围以上。此传感器可以用大约-3100 ppm/K至 400 ppm/K的线性温度系数和大约-5 ppm/K<sup>2</sup>至 5 ppm/K<sup>2</sup>的二次温度系数补偿。不同的线性温度因数请参阅第17页4.3节内容。

## Sensitivity

SENSITIVITY寄存器包含DSP里乘法器参数。灵敏度可在-4至4范围编程。在V<sub>DD</sub> = 5 V情况下，这个寄存器能以0.00049间隔改变。如果ADC-READOUT增至2048，Sensitivity = 1 与输出电压增加一致。

从A/D转化器读出的磁场数字值用于所有计算。数字信息可从ADC-READOUT寄存器读出。

$$\text{Sensitivity} = \frac{\Delta V_{\text{OUT}} * 2048}{\Delta \text{ADC-READOUT} * V_{\text{DD}}}$$

## VOQ

VOQ寄存器包含DSP里增量参数。如果没有外部磁场(B = 0 mT, 各个ADC-READOUT = 0)，V<sub>OQ</sub> 是输出电压，且在-V<sub>DD</sub>至V<sub>DD</sub> 范围内可编程。在V<sub>DD</sub> = 5 V条件下，寄存器以4.9 mV间隔改变。**注:** 如果V<sub>OQ</sub>被编程为负电压，最大输出电压限制为：

$$V_{\text{OUTmax}} = V_{\text{OQ}} + V_{\text{DD}}$$

在系统环境中，2点调节程序(见2.3节)被推荐用于校准。通过这个程序每个传感器的合适敏感度和V<sub>OQ</sub>值 都可以被计算出来。

## Clamping Voltage

箝位输出电压范围是为了检测 $V_{DD}$ 或GND短路和开路故障。

CLAMP-LOW寄存器包含向下的限制参数。向下的箝位电压被编程在0 V 和 $V_{DD}/2$ 之间。在 $V_{DD}= 5 V$ 条件下, 寄存器以44 mV间隔改变。

CLAMP-HIGH寄存器包含向上的限制参数。向上的箝位电压被编程在0 V 和 $V_{DD}$ 之间。在 $V_{DD}= 5 V$ 条件下, 寄存器以2.44 mV间隔改变。

## LOCKR

通过设置这个1位寄存器, 所有寄存器将被锁定, 此传感器将不再响应供电电压调制。

**警告: 这个寄存不能重新设置!**

## ADC-READOUT

在信号处理前这个14位寄存器传递被放大的磁场实际数字值。这个寄存器可以被读出, 基本用于在系统环境下的传感器校准程序。

## 2.3. 校准程序

### 2.3.1. 一般程序

推荐Micronas的应用工具包用来系统环境的校准。它包含串行报文产生的硬件和寄存器值输入的编程和通讯软件。

在这部分说明了使用编程工具对传感器的编程。如果没有此工具请查阅第19页第5节内容。

对客户应用中每个传感器单独校准推荐使用2点调节(见图2-7所示的例子)。当使用此应用工具包, 校准需要以下三步完成:

#### 第1步:不需要调整的个别寄存器的输入

这个应用给出了磁回路, 磁性材料的温度特性, 滤波频率, 低和高的箝位电压。

因此, 下列寄存器的值对于客户应用中的所有传感器应该是相同的。

- FILTER  
(依据最大信号频率)
- RANGE  
(依据传感器位置的最大磁场)
- TC and TCSQ  
(依赖于磁材料和应用温度需求)
- CLAMP-LOW and CLAMP-HIGH  
(依据应用需求)

将合适的设置写进HAL 815的寄存器中。

## 第2步: $V_{OQ}$ 的计算和灵敏度

1和2点的校准可以设置在内部指定范围。 $V_{OUT1}$ 和 $V_{OUT2}$ 的值根据应用需求选择合适的值。

Low clamping voltage  $\leq V_{OUT1,2} \leq$  High clamping voltage

为了传感器得到最高的精确度，推荐校准点接近最小和最大输入信号。在校准点1和校准点2之间的输出电压差应该高于3.5 V。

设置系统校准点1，读寄存器ADC-READOUT。结果就是ADC- READOUT1的值。

接着设置系统校准点2，再次读就寄存器ADC-READOUT，得到ADC-READOUT2的值。

使用这些值和目标值 $V_{OUT1}$ 和  $V_{OUT2}$ ，校准点1和2，灵敏度和 $V_{OQ}$  的值由一下公式计算：

$$\text{Sensitivity} = \frac{V_{OUT1} - V_{OUT2}}{\text{ADC-READOUT1} - \text{ADC-READOUT2}} * \frac{2048}{V_{DD}}$$

$$V_{OQ} = V_{OUT1} \frac{\text{ADC-READOUT1} * \text{Sensitivity} * V_{DD}}{2048}$$

每个传感器必须对其单独校准。

接着调整传感器，为灵敏度和 $V_{OQ}$ 写校准值到集成电路中。

到这里传感器在客户应用中的校准已经完成。然而，如果需要的话可以重新对其编程。

## 第3步: 锁定传感器

最后一步是使用“LOCK”命令锁定传感器。传感器现在被锁定，对任意编程和读命令都将没有响应。

**警告: 这个寄存器不能重新设置!**

### 2.3.2. 校准角辨向器

下面举例描述解释使用一个角辨向器的校准程序。必要的输出特性见图2-7。

- 角度范围从-25°至 25°
- 磁体温度系数为： -500 ppm/K

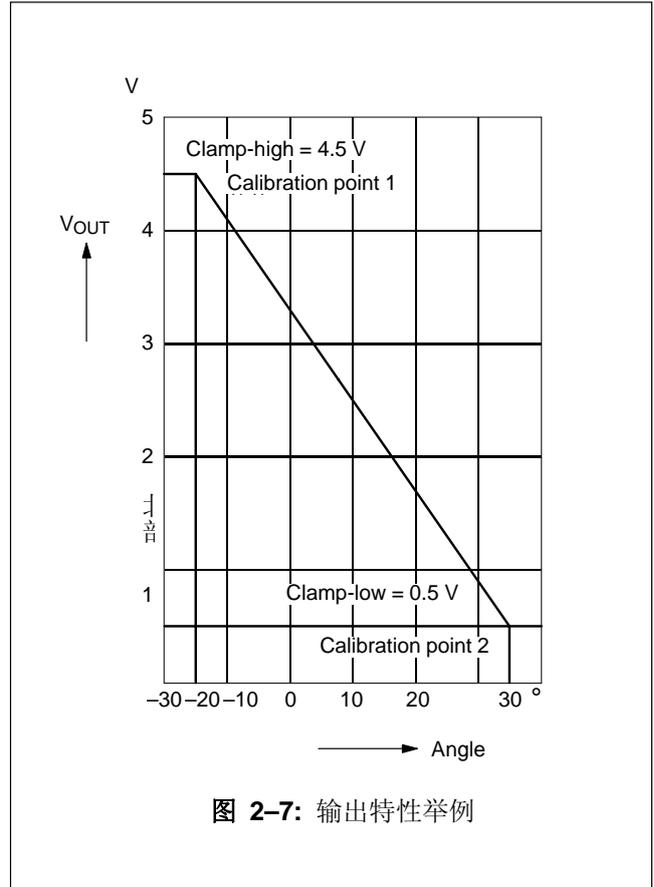


图 2-7: 输出特性举例

## 第1步: 不需要调整的个别寄存器的输入

下列寄存器的值适合于所有应用：

- FILTER  
选择滤波频率: 500 Hz
- RANGE  
选择磁场范围: 30 mT
- TC  
适用此磁体材料: 6
- TCSQ  
适用此磁体材料: 14
- CLAMP-LOW  
适用此例中: 0.5 V
- CLAMP-HIGH  
适用此例中: 4.5 V

在软件里输入这些值，使用“write and store”命令永久地写进寄存器的值。

### 第2步: $V_{OQ}$ 的计算和灵敏度

这里有两种方式校准 $V_{OQ}$ 和灵敏度。

手工校准:

设置系统校准点1(角度1 =  $-25^\circ$ )，读寄存器 ADC-READOUT。在我们的例子中，结果  $ADC-READOUT1 = -2500$ 。

接着设置系统校准点2(角度2 =  $25^\circ$ )，再读 ADC-READOUT。在我们的例子中，结果是  $ADC-READOUT2 = +2350$ 。

使用这些测量值和目标 $V_{OUT1} = 4.5\text{ V}$ 和 $V_{OUT2} = 0.5\text{ V}$ ，灵敏度和 $V_{OQ}$ 的值可由以下公式计算：

$$\text{Sensitivity} = \frac{4.5\text{ V} - 0.5\text{ V}}{-2500 - 2350} * \frac{2048}{5\text{ V}} = -0.3378$$

$$V_{OQ} = 4.5\text{ V} - \frac{-2500 * (-0.3378) * 5\text{ V}}{2048} = 2.438\text{ V}$$

软件校准:

使用PC软件的CALIBRATE目录并为 $V_{OUT1}$ 输入4.5 V，为 $V_{OUT}$ 输入0.5 V。设置系统校准点1(角度1 =  $-25^\circ$ )，点击“Read ADC-Readout1”按键；设置系统校准点2(角度2 =  $25^\circ$ )，点击“Read ADC-Readout2”按键，接着点击“Calculate”按键。软件将计算出合适的 $V_{OQ}$ 和灵敏度。

每个传感器必须单独校准。现在，使用“write and store”命令将校准值写入HAL 815。

### 第3步: 锁定传感器

最后一步是使用“LOCK”命令锁定传感器。传感器现在被锁定，对任意编程和读命令都将没有响应。

**警告: 这个寄存器不能重新设置!**

## 3. 规范

### 3.1. 外形尺寸

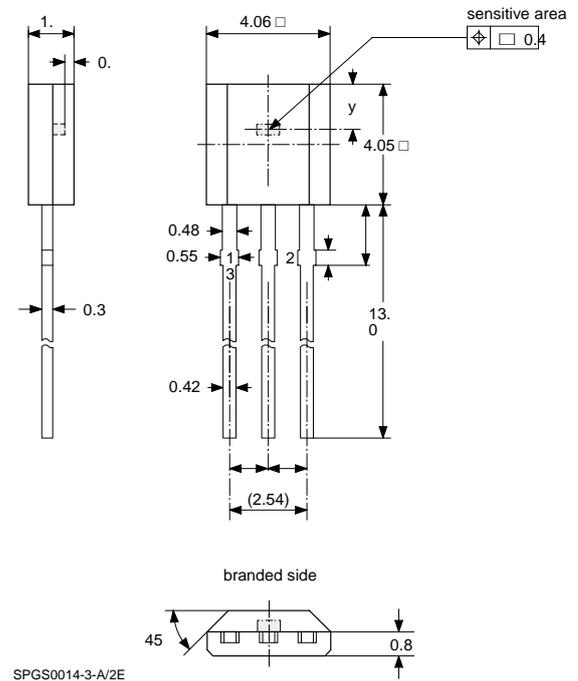


图3-1:外形封装采用晶体管塑封(TO-92UT)

重量大约为 0.14 g  
尺寸使用mm单位

注: 所有没有明确给定误差的，尺寸允许有 $\pm 50\text{ }\mu\text{m}$ 的误差。

### 3.2. 灵敏区域尺寸

0.25 mm x 0.25 mm

### 3.3. 灵敏区域的位置

<b>TO-92UT</b>
center of the package
$y = 1.5\text{ mm}$ nominal

## 3.4. 最大绝对额定值

符号	参数含义	引脚号	最小	最大	单位
$V_{DD}$	工作电压	1	-8.5	8.5	V
$V_{DD}$	工作电压	1	-14.4 <sup>1) 2)</sup>	14.4 <sup>1) 2)</sup>	V
$-I_{DD}$	反向工作电流	1	-	50 <sup>1)</sup>	mA
$I_Z$	电流保护装置电流	1 or 3	-300 <sup>4)</sup>	300 <sup>4)</sup>	mA
$V_{OUT}$	输出电压	3	-5 <sup>6)</sup> -5 <sup>6)</sup>	8.5 <sup>3)</sup> 14.4 <sup>3) 2)</sup>	V
$V_{OUT} - V_{DD}$	输出对输入电压差额	3,1		2	V
$I_{OUT}$	恒向输出电流	3	-10	10	mA
$t_{Sh}$	输出短路时间	3	-	10	min
$T_S$	储存温度范围	-65		150	°C
$T_J$	结温度范围		-40 -40	170 <sup>5)</sup> 150	°C °C

- 1) 要求  $T_{Jmax}$  在范围内  
 2)  $t < 10$  min (对于  $t < 1$  min,  $V_{DDmin} = -15$  V,  $V_{DDmax} = 16$  V)  
 3) 只要  $T_{Jmax}$  不超过限制, 输出不被保护在外部 14 V (或 -14 V)  
 4)  $t < 2$  ms  
 5)  $t < 1000$ h  
 6) 内部保护电阻为 100  $\Omega$

## 3.5. 推荐运行环境

Symbol	Parameter	Pin No.	Min.	Typ.	Max.	Unit
$V_{DD}$	工作电压	1	4.5	5	5.5	V
$I_{OUT}$	恒定输出电流	3	-1	-	1	mA
$R_L$	负载电阻	3	4.5	-	-	k $\Omega$
$C_L$	负载电容	3	0.33	10	1000	nF

### 3.6. 电气特性

编程后, 在  $T_J = -40\text{ }^\circ\text{C}$  to  $+170\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $V_{DD} = 4.5\text{ V}$  to  $5.5\text{ V}$  条件下, 其他没有详细说明。在  $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$  和  $V_{DD} = 5\text{ V}$  情况下的典型特征。

Symbol	Parameter	Pin No.	Min.	Typ.	Max.	Unit	Conditions
$I_{DD}$	Supply Current over Temperature Range	1		7	10	mA	
$V_{DDZ}$	Overshoot Protection at Supply	1		17.5	20	V	$I_{DD} = 25\text{ mA}$ , $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ , $t = 20\text{ ms}$
$V_{OZ}$	Overshoot Protection at Output	3		17	19.5	V	$I_O = 10\text{ mA}$ , $T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$ , $t = 20\text{ ms}$
	Resolution	3		12		bit	ratiometric to $V_{DD}$ <sup>1)</sup>
$E_A$	Accuracy Error over all	3	-2	0	2	%	$R_L = 4.7\text{ k}\Omega$ (% of supply voltage) <sup>3)</sup>
INL	Non-Linearity of Output Voltage over Temperature	3		-1	0		1
$E_R$	Ratiometric Error of Output over Temperature (Error in $V_{OUT} / V_{DD}$ )	3	-1	0	1	%	$ V_{OUT1} - V_{OUT2}  > 2\text{ V}$ during calibration procedure
$\Delta V_{OUTCL}$	Accuracy of Output Voltage at Clamping Low Voltage over Temperature Range	3	-45	0	45	mV	$R_L = 4.7\text{ k}\Omega$ , $V_{DD} = 5\text{ V}$
$\Delta V_{OUTCH}$	Accuracy of Output Voltage at Clamping High Voltage over Temperature Range	3	-45	0	45	mV	$R_L = 4.7\text{ k}\Omega$ , $V_{DD} = 5\text{ V}$
$V_{OUTH}$	Output High Voltage	3	4.65	4.8		V	$V_{DD} = 5\text{ V}$ , $-1\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 1\text{ mA}$
$V_{OUTL}$	Output Low Voltage	3		0.2	0.35	V	$V_{DD} = 5\text{ V}$ , $-1\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 1\text{ mA}$
$f_{ADC}$	Internal ADC Frequency	-	120	128	140	kHz	$T_J = 25\text{ }^\circ\text{C}$
$f_{ADC}$	Internal ADC Frequency over Temperature Range	-	110	128	150	kHz	$V_{DD} = 4.5\text{ V}$ to $8.5\text{ V}$
$t_{r(O)}$	Response Time of Output	3	-	5 4 2 1	10 8 4 2	ms ms ms ms	3 dB Filter frequency = 80 Hz 3 dB Filter frequency = 160 Hz 3 dB Filter frequency = 500 Hz 3 dB Filter frequency = 2 kHz $C_L = 10\text{ nF}$ , time from 10% to 90% of final output voltage for a steplike signal $B_{step}$ from 0 mT to $B_{max}$
$t_{d(O)}$	Delay Time of Output	3		0.1	0.5	ms	$C_L = 10\text{ nF}$
$t_{POD}$	Power-Up Time (Time to reach stabilized Output Voltage)			6 5 3 2	11 9 5 3	ms ms ms ms	3 dB Filter frequency = 80 Hz 3 dB Filter frequency = 160 Hz 3 dB Filter frequency = 500 Hz 3 dB Filter frequency = 2 kHz $C_L = 10\text{ nF}$ , 90% of $V_{OUT}$
BW	Small Signal Bandwidth (-3 dB)	3	-	2	-	kHz	$B_{AC} < 10\text{ mT}$ ; 3 dB Filter frequency = 2 kHz
$V_{OUTn}$	Noise Output Voltage <sub>DD</sub>	3	-	3	6	mV	<sup>2)</sup> magnetic range = 90 mT
$R_{OUT}$	Output Resistance over Recommended Operating Range	3	-	1	10	$\Omega$	$V_{OUTLmax} \leq V_{OUT} \leq$
$R_{thJA}$ TO-92UT	Thermal Resistance Junction to Soldering Point	-	-	150	200	K/W	

<sup>1)</sup> Output DAC full scale = 5 V ratiometric, Output DAC offset = 0 V, Output DAC LSB =  $V_{DD}/4096$

<sup>2)</sup> peak-to-peak value exceeded: 5%

<sup>3)</sup> if more than 50% of the selected magnetic field range are used

## 3.7. 磁特性

编程后, 在 $T_J = -40\text{ °C}$  to  $+170\text{ °C}$ ,  $V_{DD} = 4.5\text{ V}$  to  $5.5\text{ V}$ 条件下, 其他没有详细说明。在 $T_J = 25\text{ °C}$  和  $V_{DD} = 5\text{ V}$  情况下的典型特征。

Symbol	Parameter	Pin No.	Min.	Typ.	Max.	Unit	Test
$B_{\text{Offset}}$	Magnetic Offset	3	-1	0	1	mT	$B = 0\text{ mT}$ , $I_{\text{OUT}} = 0\text{ mA}$ , $T_J = 25\text{ °C}$
$\Delta B_{\text{Offset}}/\Delta T$	Magnetic Offset Change due to $T_J$		-15	0	15	$\mu\text{T/K}$	$B = 0\text{ mT}$ , $I_{\text{OUT}} = 0\text{ mA}$
$B_{\text{Hysteresis}}$	Magnetic Hysteresis		-20	0	20	$\mu\text{T}$	Range = 30 mT, Filter = 500 Hz
SR	Magnetic Slew Rate	3	-	2 4 12 25 50	-	mT/ms	Filter frequency = 80 Hz Filter frequency = 160 Hz Filter frequency = 500 Hz Filter frequency = 1 kHz Filter frequency = 2 kHz
$n_{\text{meff}}$	Magnetic RMS Broadband Noise	3	-	10	-	$\mu\text{T}$	BW = 10 Hz to 2 kHz
$f_{\text{Cflicker}}$	Corner Frequency of 1/f Noise	3	-		20	Hz	$B = 0\text{ mT}$
$f_{\text{Cflicker of 1/frms}}$	Corner Frequency	3	-		100	Hz	$B = 65\text{ mT}$ , $T_J = 25\text{ °C}$

## 3.8. 开路检测

在 $T_J = -40\text{ °C}$ 至  $+170\text{ °C}$ 范围内,  $T_J = 25\text{ °C}$ 条件下的典型特征:

Symbol	Parameter	Pin No.	Min.	Typ.	Max.	Unit	Test
$V_{\text{OUT}}$	Output voltage at open $V_{DD}$ line	3	0	0	0.2	V	$V_{DD} = 5\text{ V}$ $R_L = 10\text{ k}\Omega$ to GND
$V_{\text{OUT}}$	Output voltage at open GND line	3	4.7	4.8	5		$V_{DD} = 5\text{ V}$ $R_L = 10\text{ k}\Omega$ to GND

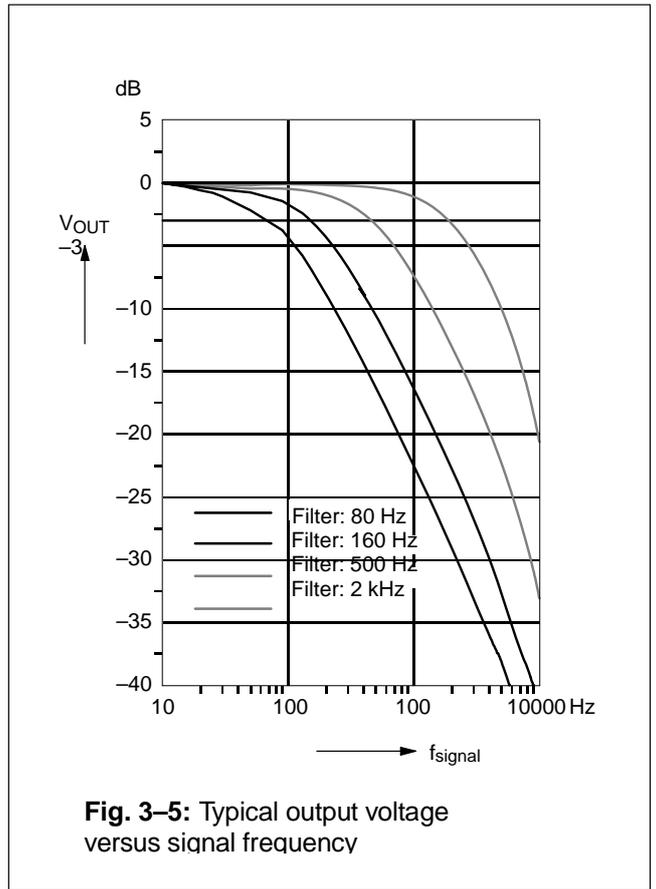
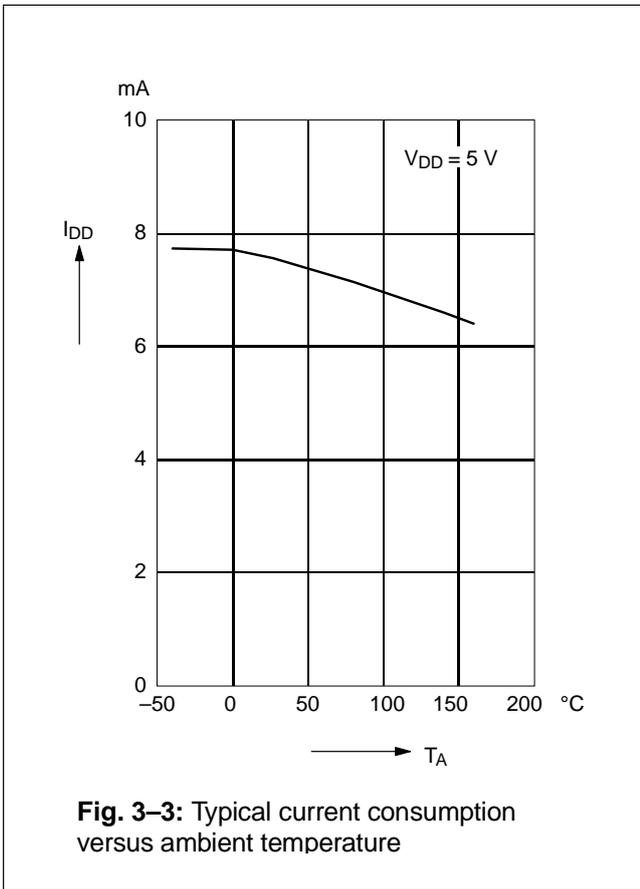
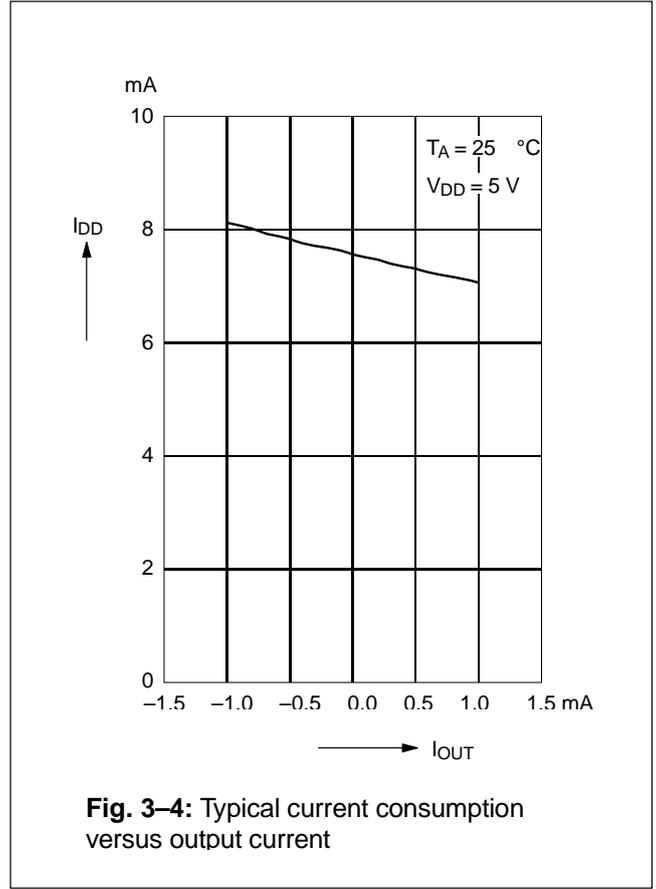
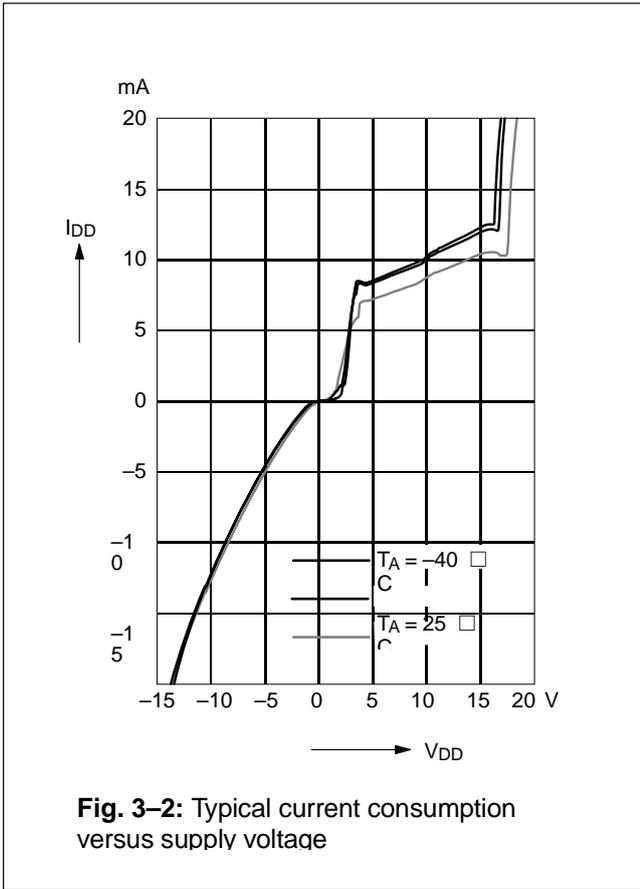
## 3.9. 过压和欠压检测

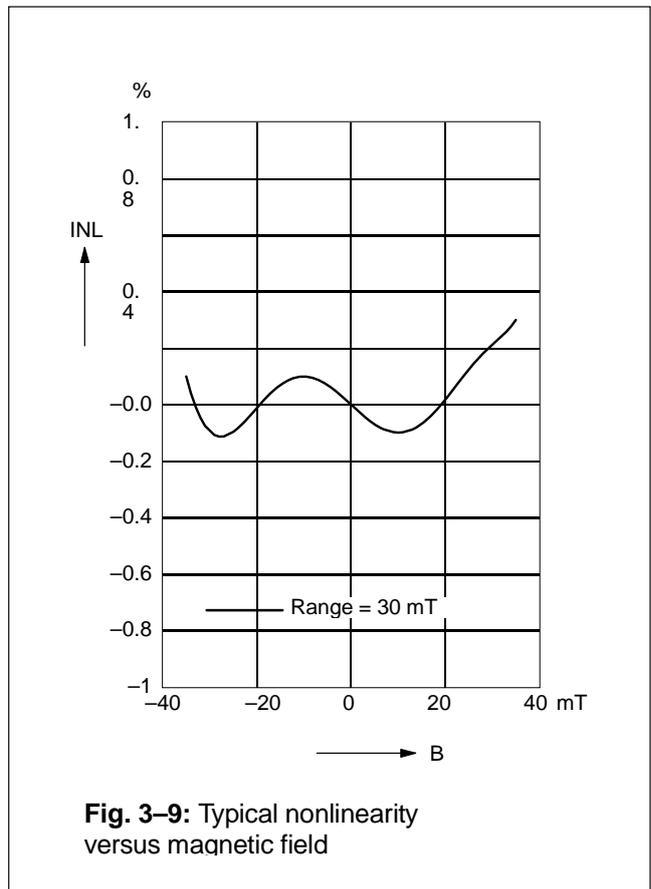
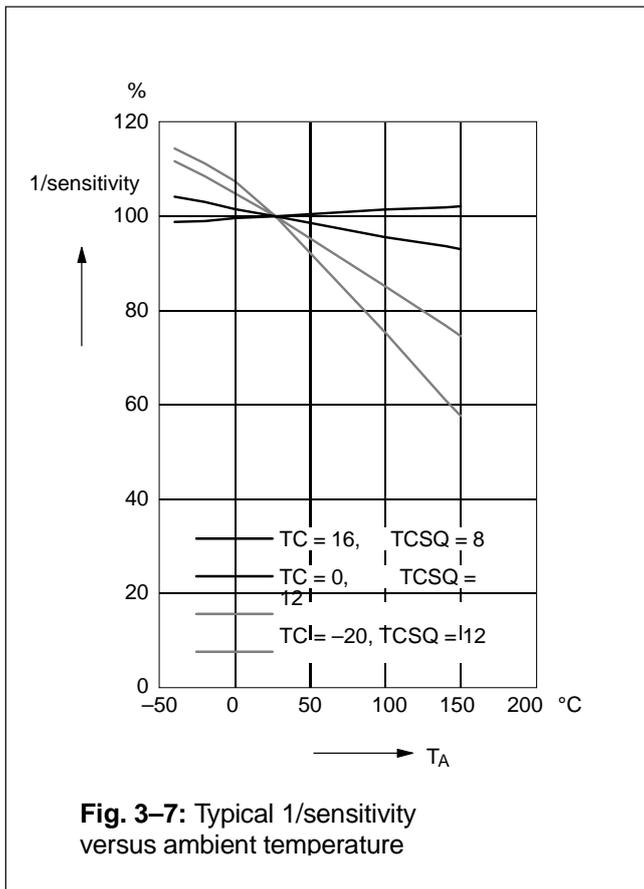
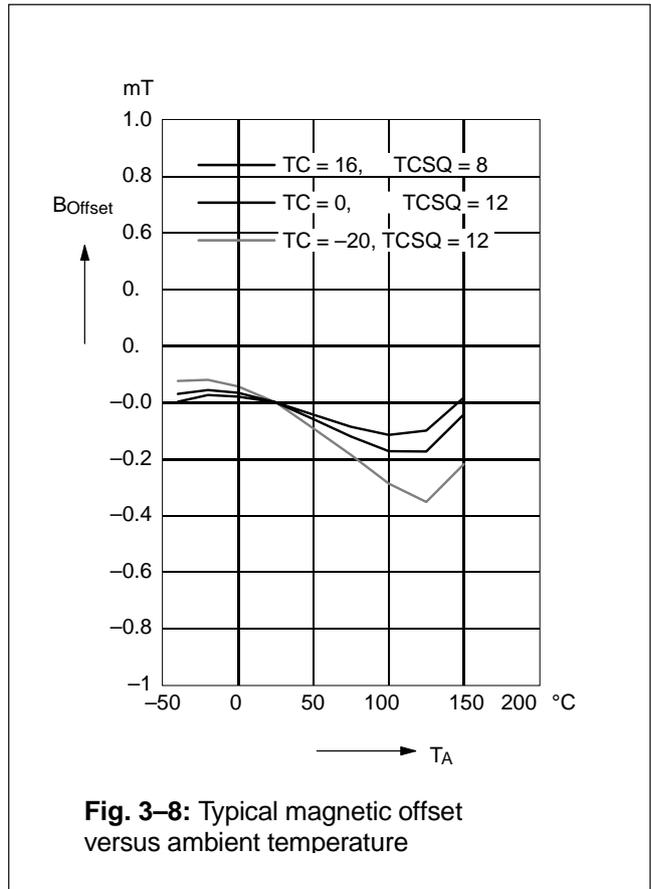
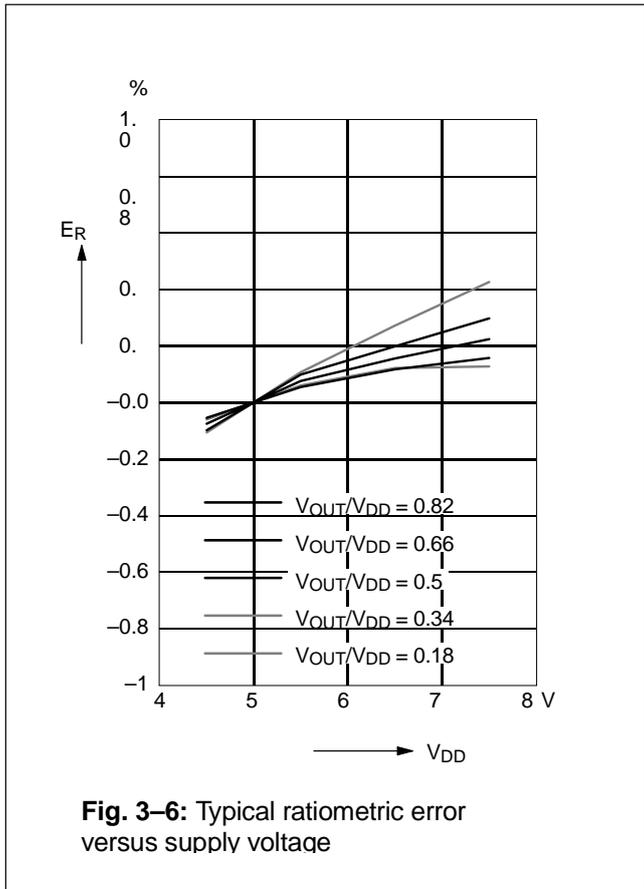
在 $T_J = -40\text{ °C}$ 至  $+170\text{ °C}$ 范围内,  $T_J = 25\text{ °C}$ 条件下的典型特征:

Symbol	Parameter	Pin No.	Min.	Typ.	Max.	Unit	est Conditions
$V_{DD,UV}$	Undervoltage detection level	1	3.5	3.8	4.1	V	1)
$V_{DD,OV}$	Overvoltage detection level	1	8.5	9.2	10.0	V	1)

1) If the supply voltage drops below  $V_{DD,UV}$  or rises above  $V_{DD,OV}$ , the output voltage is switched to  $V_{DD}$  ( $\square 94\%$  of  $V_{DD}$  at  $R_L = 10\text{ k}\Omega$  to GND).

3.10. 典型特征





## 4. 应用笔记

### 4.1. 应用电路

EMC保护推荐分别在电源和地以及输出电压引脚和地之间连接一个4.7 nF陶瓷电容。另外，控制单元的输入应该下拉一个4.7 kOhm的电阻和一个4.7 nF陶瓷电容。

在编程过程中请注意传感器将被提供100 ms的12 V编程电压。所有连接在V<sub>DD</sub>线上的器件必须能够容忍这个电压。

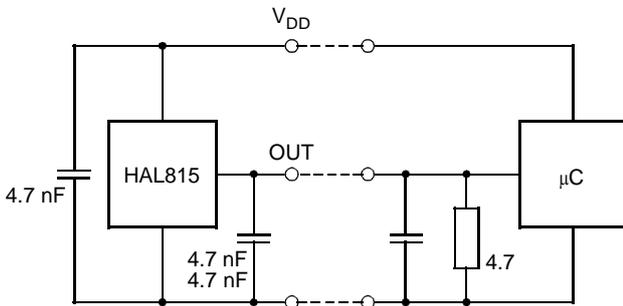


图 4-1: 推荐应用电路

### 4.2. 两个HAL 815的并行使用

两个不同的HAL 815传感器并行连接在同一个供电系统中，且它们可以单独编程。为了选择被编成的集成电路，两个霍尔集成电路使用“Deactivate”命令阻止在相同的供电线路。然后，通过在输出引脚的“Activate”脉冲激活适当的集成电路。只有被激活的传感器才能响应读写及编程命令。如果第二个集成电路需要编程，重新发送“Deactivate”命令，第二个集成电路就被选择了。

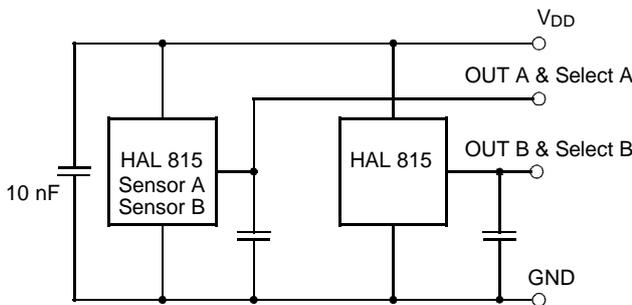


图. 4-2: 两个HAL 815并行工作

### 4.3. 温度补偿

下列表格给出了磁体温度补偿和相应的线性补偿TC和TCSQ代码值的关系。除磁场随温度线性改变外，曲率已被很好的调整过了。其他的必要补偿没有在表格中列出。如果需要了解更多的温度补偿信息请联系Micronas公司。

AL 800和HAL 815包含相同的温度补偿电路。如果一个设置对HAL 800是最佳的，那么相同的设置对HAL 815也是最佳的。

Temperature Coefficient of Magnet (ppm/K)	TC	TCSQ
400	31	6
300	28	7
200	24	8
100	21	9
0	18	10
-50	17	10
-90	16	11
-130	15	11
-170	14	11
-200	13	12
-240	12	12
-280	11	12
-320	10	13
-360	9	13
-410	8	13
-450	7	13
-500	6	14
-550	5	14
-600	4	14
-650	3	14
-700	2	15
-750	1	15

Temperature Coefficient of Magnet (ppm/K)	TC	TCSQ
-810	0	15
-860	-1	16
-910	-2	16
-960	-3	16
-1020	-4	17
-1070	-5	17
-1120	-6	17
-1180	-7	18
-1250	-8	18
-1320	-9	19
-1380	-10	19
-1430	-11	20
-1500	-12	20
-1570	-13	20
-1640	-14	21
-1710	-15	21
-1780	-16	22
-1870	-17	22
-1950	-18	23
-2030	-19	23
-2100	-20	24
-2180	-21	24
-2270	-22	25
-2420	-24	26
-2500	-25	27
-2600	-26	27
-2700	-27	28
-2800	-28	28
-2900	-29	29
-3000	-30	30
-3100	-31	31

#### 4.4. 欠压行为

对于大多数传感器来说，HAL 815的运行在电压范围在4.5 V 以下到大约3.5 V是典型的和可预计的。有些参数可能超出规定范围。在大约3.5 V以下，数字信号处理被复位。一旦供电电压再次上升至大约3.5 V以上，数字处理将花费20 μs 的启动时间。只要供电电压一直在大约2.8 V以上，传感器有模拟输出，最终保持与V<sub>DD</sub>成比例的正确值。在大约2.5 V以下，整个传感器将复位。

#### 4.5. 外围温度

由于内部电源功耗，硅片上的温度(结温T<sub>J</sub>)高于封装外的温度(周围环境温度T<sub>A</sub>)。

$$T_J = T_A + \Delta T$$

在静态条件下，以下等式成立：

$$\Delta T = I_{DD} * V_{DD} * R_{thJA}$$

为了得到典型值，请使用典型此参数。最坏的情况计算使用I<sub>DD</sub>和R<sub>t</sub>最大参数，应用中V<sub>DD</sub>取最大值。

在V<sub>DD</sub> = 5.5 V, R<sub>th</sub> = 200 K/W和I<sub>DD</sub> = 10 Ma情况下，温差ΔT = 11 K。

对于所有传感器，结温T<sub>J</sub>是指定的。最大周围环境温度 T<sub>Amax</sub> 可以用以下公式计算：

$$T_{Amax} = T_{Jmax} - \Delta T$$

#### 4.6. EMC和ESD

HAL 815需要稳定的5 V供电。对于这些应用12 V系统(DIN40839产品标准第1部分或ISO 7637第1部分)中冲突与干扰是无关系的。在供电线路电容或电感耦合干扰或辐射干扰的应用中，推荐应用电路见图4-1。这种应用已经依据产品标准DIN 40839第3部分(通过电容或电感耦合的电气瞬时传播)和第4部分(辐射干扰)通过了EMC测试。

如果需要EMC和ESD结果的详细调查报告请联系 Micronas公司。

## 5. 传感器的编程

### 5.1. 编程脉冲的定义

此传感器的寻址通过在供电电压上调制一个串行报文。  
此传感器在输出引脚上回应一个串行报文。

$V_{DD}$ 线和输出线的串行报文位有不同的位时间。 $V_{DD}$ 线的位时间由每一个报文的起始位置的Sync位的时间决定。  
输出线的位时间由应答位的时间决定。

如果位时间内没有电压变化，则编码为逻辑“0”。如果位时间内电压变化在50%至80%之间，则编码为逻辑“1”。

### 5.2. 报文定义

每个报文开始由同步位(logical 0), 3个命令位, 命令校验位, 4位地址位, 地址校验位组成。

这里有4种报文

- 写一个寄存器(见图. 5-2)

AP位后, 紧接着是14数据位(DAT)和数据校验位(DP)。  
如果报文是有效的, 且命令已被处理, 传感器在输出引脚回应一个应答位(逻辑0)。

- 读一个寄存器 (见图. 5-3)  
传感器评测这个命令后, 在输出引脚上回应一个应答位, 14个数据位和数据校验位。
- 对EEPROM单元编程 (见图. 5-4)  
传感器评测这个命令后, 回应一个应答位。 $T_w$ 延迟时间后, 供电电压上升至编程电压。
- 激活传感器 (见图. 5-5)  
如果多于一个传感器连接在供电电路上, 首先使所有传感器无效才能对其选择。所有的传感器的输出引脚将被10 k $\Omega$  内部电阻下拉至地线。在输出引脚适当给一个有效脉冲, 单独的传感器可以被选择。接下来的所有命令将只被此激活的传感器识别。

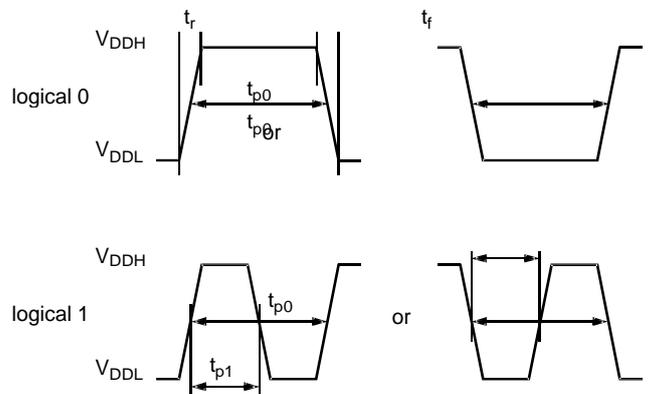


图. 5-1: 逻辑0和逻辑1的说明

表 5-1: 报文参数

Symbol	Parameter	Pin	Min.	Typ.	Max.	Unit	Remarks
$V_{DDL}$	Supply Voltage for Low Level during Programming	1	5	5.6	6	V	
$V_{DDH}$	Supply Voltage for High Level during Programming	1	6.8	8.0	8.5	V	
$t_r$	Rise time	1			0.05	ms	
$t_f$	Fall time	1			0.05	ms	
$t_{p0}$	Bit time on $V_{DD}$	1	1.7	1.75	1.8	ms	$t_{p0}$ is defined through the Sync Bit
$t_{pOUT}$	Bit time on output pin	3	2	3	4	ms	$t_{pOUT}$ is defined through the Acknowledge Bit
$t_{p1}$	Voltage Change for logical 1	1, 3	50	65	80	%	% of $t_{p0}$ or $t_{pOUT}$
$V_{DDPROG}$	Supply Voltage for Programming the EEPROM	1	11.95	12	12.1	V	
$t_{PROG}$	Programming Time for EEPROM	1	95	100	105	ms	

表 5-1: 报文参数 续

Symbol	Parameter	Pin	Min.	Typ.	Max.	Unit	Remarks
$t_{rp}$	Rise time of programming voltage	1	0.2	0.5	1	ms	
$t_{fp}$	Fall time of programming voltage	1	0		1	ms	
$t_w$	Delay time of programming voltage after Acknowledge	1	0.5	0.7	1	ms	
$V_{act}$	Voltage for an Activate pulse	3	3	4	5	V	
$t_{act}$	Duration of an Activate pulse	3	0.05	0.1	0.2	ms	

### WRITE

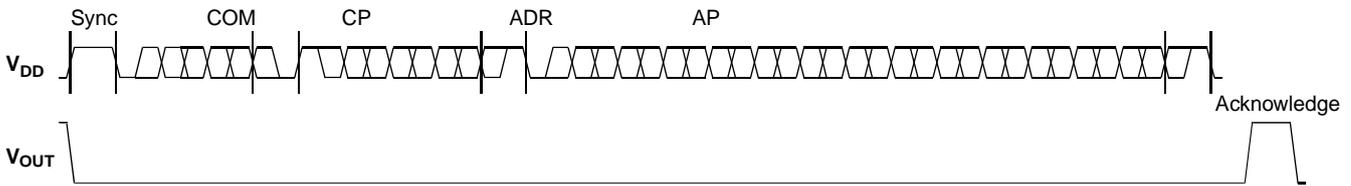


图. 5-2: 写命令的报文

### READ

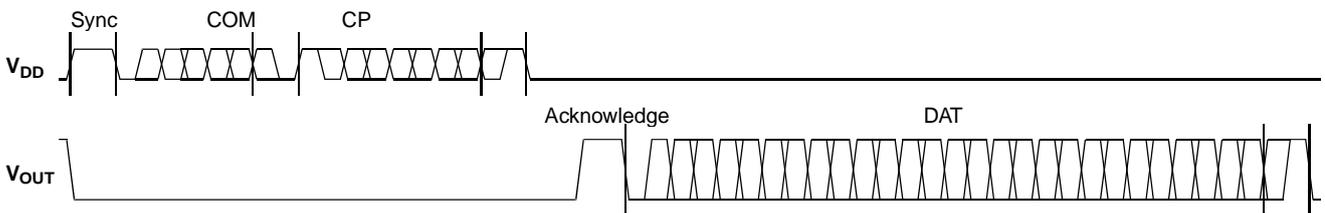


图. 5-3: 读命令的报文

### ERASE, PROM, LOCK, and LOCKI

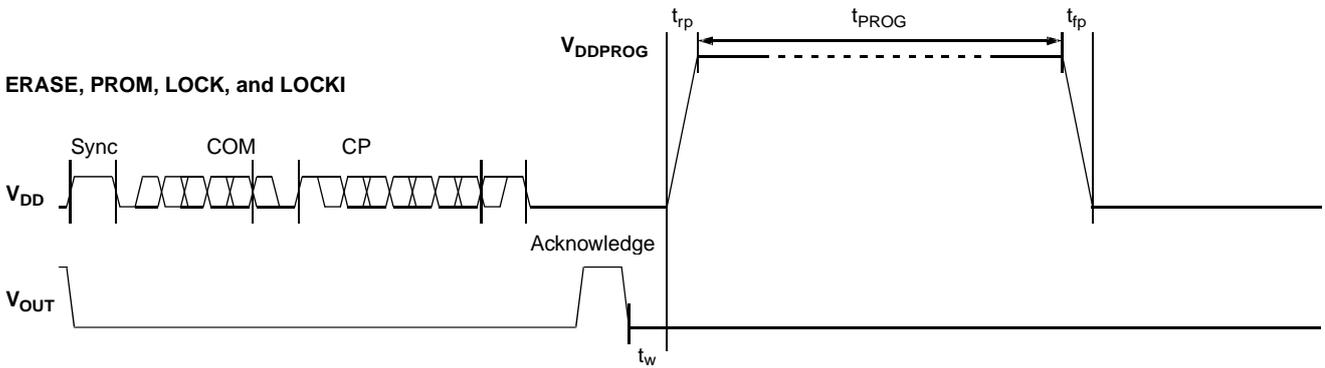


图. 5-4: 对EEPROM编程的报文

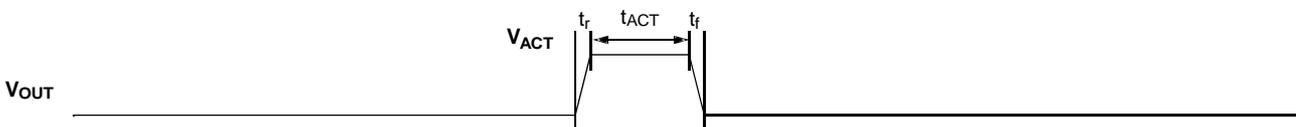


Fig. 5-5: Activate pulse

### 5.3. 报文代码

#### Sync Bit

Sync位是每个报文的起始位。逻辑“0”脉冲定义准确时间 $t_{p0}$ 。

#### Command Bits (COM)

这个命令代码包含3位二进制数。表5-2展现出有用的命令和HAL 815的通讯的代码。

#### Command Parity Bit (CP)

如果3位命令位中0的个数是奇数，这个校验位是“1”；如果是偶数，校验位为“0”。

#### Address Bits (ADR)

地址代码包含4位二进制数。表5-3展现了HAL 815中有用的地址。

#### Address Parity Bit (AP)

如果4位命令位中0的个数是奇数，这个校验位是“1”；如果是偶数，校验位为“0”。

#### Data Bits (DAT)

14个数据位包含寄存器信息。寄存器使用不同的数字格式的数据位。这些格式在5.4节有所解释。在写命令中，最后一位是有效的。例如，如果写TC寄存器(6位)，只有最后6位是有效的。

在读命令中，第一位是有效的。例如，如果读TC寄存器(6位)，只有前6位是有效的。

#### Data Parity Bit (DP)

如果二进制数中0的个数是偶数，这个校验位是“1”；如果是奇数，校验位为“0”。

#### Acknowledge

在每个报文之后，输出响应一个应答信号。逻辑“0”脉冲定义标准时间 $t_{pOUT}$ 。

表 5-2: 有用命令

Command	Code	Explanation
READ	2	read a register
WRITE	3	write a register
PROM	4	program all nonvolatile registers (except the lock bits)
ERASE	5	erase all nonvolatile registers (except the lock bits)
LOCKI	6	lock Micronas lockable register
LOCK	7	lock the whole device and switch permanently to the analog-mode
<p><b>Please note:</b> The Micronas lock bit (LOCKI) has already been set during production and cannot be reset.</p>		

## 5.4. 数字格式

### 二进制数:

最重要的位首先发送，最不重要的位最后发送。

举例: 101001 表示十进制数41。

### 有符号二进制数:

首位表示接着二进制数的符号 (1 位负, 0为正)。

举例: 0101001表示十进制数+41。

1101001表示十进制数-41。

### 两个补充数字:

正数的首位是“0”，其余位为一个二进制数。负数由“1”开始。为了计算这个数字的绝对值，取反码再加“1”。

举例: 0101001 represents +41 decimal

1010111 represents -41 decimal

**Table 5-3:** 可利用的寄存器地址

Register	Code	Data Bits	Format	Customer	Remark
CLAMP-LOW	1	10	binary	read/write/program	Low
CLAMP-HIGH	2	11	binary	read/write/program	High
VOQ	3	11	two compl. binary	read/write/program	
SENSITIVITY	4	14	signed binary	read/write/program	
MODE	5	6	binary	read/write/program	Range and filter settings
LOCKR	6	1	binary	lock	Lock Bit
ADC-READOUT	7	14	two compl. binary	read	
TC	11	6	signed binary	read/write/program	
TCSQ	12	5	binary	read/write/program	
DEACTIVATE	15	12	binary	write	Deactivate the sensor

### Micronas寄存器 (客户只读)

Register	Code	Data Bits	Format	Remark
OFFSET	8	4	two compl. binary	ADC offset adjustment
FOSCAD	9	5	binary	Oscillator frequency
SPECIAL	13	6		special settings
IMLOCK	14	1	binary	Lock Bit for the Micronas registers

## 5.5. 寄存器信息

### CLAMP-LOW

- 此寄存器值可为0 至1023。
- 该寄存器的值由下面的公式计算可得:

$$\text{CLAMP-LOW} = \frac{\text{Low Clamping Voltage}}{V_{\text{DD}}} * 2048$$

### CLAMP-HIGH

- 此寄存器值可为0 至2047。
- 该寄存器的值由下面的公式计算可得:

$$\text{CLAMP-HIGH} = \frac{\text{High Clamping Voltage}}{V_{\text{DD}}} * 2048$$

### VOQ

- 此寄存器值可为-1024至1023。
- 该寄存器的值由下面的公式计算可得:

$$\text{VOQ} = \frac{V_{\text{OQ}}}{V_{\text{DD}}} * 1024$$

### SENSITIVITY

- 此寄存器值可为-8192 至8191。
- 该寄存器的值由下面的公式计算可得:

$$\text{SENSITIVITY} = \frac{\text{Sensitivity}}{2048}$$

### TC and TCSQ

- 寄存器TC的值可为-31至31。
- 寄存器TCSQ的值可为0至31。

请查阅17页4.2节中推荐的值。

### MODE

- 此寄存器值可为0至63，其值由由下面的公式中 FILTER 和RANGE计算而得:

$$\text{MODE} = \text{FILTER} * 8 + \text{RANGE}$$

请查阅7页2.2节中FILTER 和 RANGE可用的值。

### ADC-READOUT

- 此寄存器为只读寄存器。
- T此寄存器值可为-8192 至 8191。

### DEACTIVATE

- 此寄存器为只写寄存器。
- 此寄存器被写入十进制数2063(十六进制数80F)起钝化作用。
- 传感器通过输出引脚上的有效脉冲或供电电压的关闭来完成复位。

## 5.6. 编程信息

如果任意寄存器（除了lock寄存器）被改变，想得到的值必须首先写进相应的RAM寄存器。在再次读出RAM寄存器之前寄存器值必须永久存储在EEPROM里。

在EEPROM里永久存储一个值首先发送一个ERASE命令，接着发送一个PROM命令。ERASE和PROM命令的地址不重要。ERASE 和 PROM对所有并行寄存器起作用。

如果将改变所有的HAL 815寄存器，所有的写命令须一个接着一个发送，接着在最后发送一个ERASE和PROM命令。



**SUNSTAR商斯达实业集团**是集研发、生产、工程、销售、代理经销、技术咨询、信息服务等为一体的高科技企业，是专业高科技电子产品生产厂家，是具有10多年历史的专业电子元器件供应商，是中国最早和最大的仓储式连锁规模经营大型综合电子零部件代理分销商之一，是一家专业代理和分销世界各大品牌IC芯片和电子元器件的连锁经营综合性国际公司。在香港、北京、深圳、上海、西安、成都等全国主要电子市场设有直属分公司和产品展示展销窗口门市部专卖店及代理分销商，已在全国范围内建成强大统一的供货和代理分销网络。我们专业代理经销、开发生产电子元器件、集成电路、传感器、微波光电元器件、工控机/DOC/DOM电子盘、专用电路、单片机开发、MCU/DSP/ARM/FPGA软件硬件、二极管、三极管、模块等，是您可靠的一站式现货配套供应商、方案提供商、部件功能模块开发配套商。专业以现代信息产业（计算机、通讯及传感器）三大支柱之一的传感器为主营业务，专业经营各类传感器的代理、销售生产、网络信息、科技图书资料及配套产品设计、工程开发。我们的专业网站——**中国传感器科技信息网（全球传感器数据库）www.SENSOR-IC.COM** 服务于全球高科技生产商及贸易商，为企业科技产品开发提供技术交流平台。欢迎各厂商互通有无、交换信息、交换链接、发布寻求代理信息。欢迎国外高科技传感器、变送器、执行器、自动控制产品厂商介绍产品到**中国**，共同开拓市场。本网站是关于各种传感器-变送器-仪器仪表及工业自动化大型专业网站，深入到工业控制、系统工程计 测量、自动化、安防报警、消费电子等众多领域，把最新的传感器-变送器-仪器仪表买卖信息，最新技术供求，最新采购商，行业动态，发展方向，最新的技术应用和市场资讯及时的传递给广大科技开发、科学研究、产品设计人员。本网站已成功为石油、化工、电力、医药、生物、航空、航天、国防、能源、冶金、电子、工业、农业、交通、汽车、矿山、煤炭、纺织、信息、通信、IT、安防、环保、印刷、科研、气象、仪器仪表等领域从事科学研究、产品设计、开发、生产制造的科技人员、管理人员、和采购人员提供满意服务。**我公司专业生产、代理、经销、销售各种传感器、变送器、敏感元器件、开关、执行器、仪器仪表、自动化控制系统：专门从事设计、生产、销售各种传感器、变送器、各种测控仪表、热工仪表、现场控制器、计算机控制系统、数据采集系统、各类环境监控系统、专用控制系统应用软件以及嵌入式系统开发及应用等工作。如热敏电阻、压敏电阻、温度传感器、温度变送器、湿度传感器、湿度变送器、气体传感器、气体变送器、压力传感器、压力变送、称重传感器、物（液）位传感器、物（液）位变送器、流量传感器、流量变送器、电流（压）传感器、溶氧传感器、霍尔传感器、图像传感器、超声波传感器、位移传感器、速度传感器、加速度传感器、扭距传感器、红外传感器、紫外传感器、火焰传感器、激光传感器、振动传感器、轴角传感器、光电传感器、接近传感器、干簧管传感器、继电器传感器、微型电泵、磁敏（阻）传感器、压力开关、接近开关、光电开关、色标传感器、光纤传感器、齿轮测速传感器、时间继电器、计数器、计米器、温控仪、固态继电器、调压模块、电磁铁、电压表、电流表等特殊传感器。同时承接传感器应用电路、产品设计和自动化工程项目。**

欢迎索取免费详细资料、设计指南和光盘；产品凡多，未能尽录，欢迎来电查询。

更多产品请看本公司产品专用销售网站：

商斯达中国传感器科技信息网：<http://www.sensor-ic.com/>

商斯达工控安防网：<http://www.pc-ps.net/>

商斯达电子元器件网：<http://www.sunstare.com/>

商斯达微波光电产品网：[HTTP://www.rfoe.net/](http://www.rfoe.net/)

商斯达消费电子产品网：<http://www.icasic.com/>

商斯达军工产品网：<http://www.junpinic.com/>

商斯达实业科技产品网：<http://www.sunstars.cn/>传感器销售热线：

电话：0755-83607652 83376489 83376549 83370250 83370251 82500323

传真：0755-83376182 (0) 13902971329 MSN: [SUNS888@hotmail.com](mailto:SUNS888@hotmail.com)

邮编：518033 E-mail: [szss20@163.com](mailto:szss20@163.com) QQ: 195847376

技术支持：0755-83394033 13501568376