

# SPI 界面的三相功率/电能集成电路



**sames**

## SA9904B

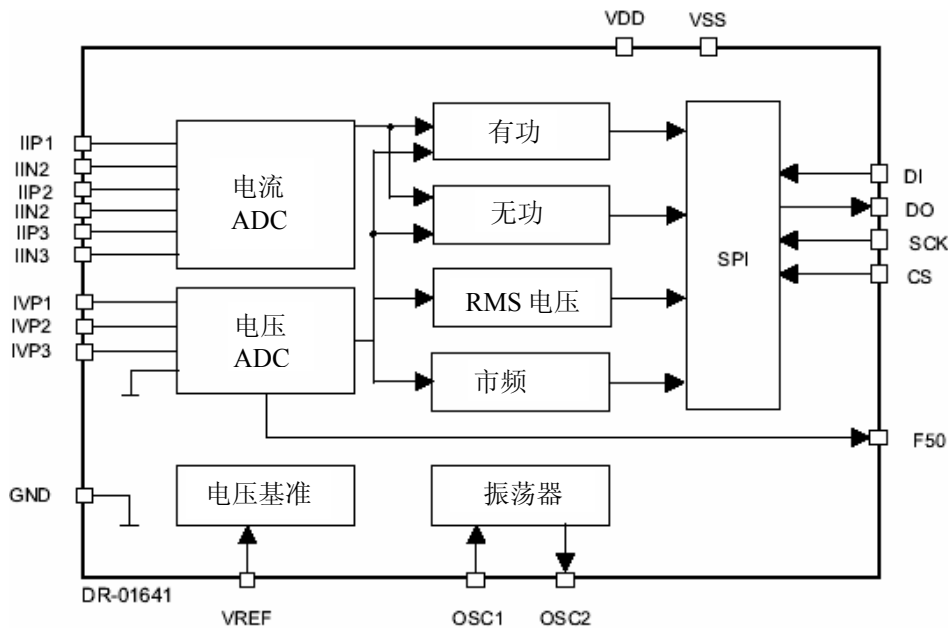
### 特点

- 双向有功与无功功率/电能测量
- RMS 电压与频率测量
- 各相位信息
- SPI 通讯汇流排
- 符合 IEC 61036 一级交流电能表的规定要求
- 符合 IEC 61268 二级 VAR 时数电表的规定要求
- 防止 ESD 迫害
- 全功耗率低于 60mW
- 电能感应使用电流互感器
- 宽温度工作范围
- 精密片内基准电压

### 概述

SAMES SA9904B 设计为测量有功与无功电能, RMS 电源电压与频率的三相双向电能/功率测量集成电路。SA9904B 包含与微控制器通讯的集成 SPI 串行接口。各相测得的有功与无功电能, 电源电压与频率可经由 SPI 接口从 24 位元暂存器取得。当全负载时 SA9904B 有功与无功电能暂存器可保存积存的电能至少 52 秒。电源电压的零交接点可于 F50 输出端取得。

SA9904B 包含三相功率与电能测量全部需要的功能如电压与电流感应输入的过度采样 A/D 转换器。此革新的普遍三相功率/电能电表集成电路是理想地适合于如电源分配系统、住户电能测量与工厂电能测量与控制的应用的电能计算。SA9904B 集成电路采用 20 只脚的双线塑套(PDIP20)与 20 只脚的小型 SOIC20 封装型态。



图表 1: 框图



**SA9904B**

**sames**

**电气特性**

(在温度范围-10°C ~ +70°C 之内,  $V_{DD} = 2.5V$ ,  $V_{SS} = -2.5V$ , 除非另外标示。)

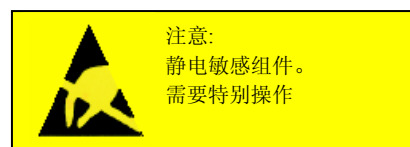
参数	代号	最小值	典型值	最大值	单位	条件
工作温度范围	$T_o$	-25		+85	°C	
正供电电压	$V_{DD}$	2.25		2.75	V	
负供电电压	$V_{SS}$	-2.75		-2.25	V	
正供电电流	$I_{DD}$		9.5	11	mA	
负供电电流	$I_{SS}$		9.5	11	mA	
<b>电流感应输入(差动输入)</b>						
输入电流范围	$I_{II}$	-25		+25	μA	峰值
<b>电压感应输入(单端)</b>						
输入电流范围	$I_{IV}$	-25		+25	μA	峰值
引脚 SCK 高电平 低电平	$V_{IH}$	$V_{DD}-1$			V	
	$V_{IL}$			$V_{SS}+1$	V	
	$f_{SCK}$			800	kHz	
	$t_{LO}$	0.6			μs	
	$t_{HI}$	0.6			μs	
引脚 CS, DI 高电平 低电平	$V_{IH}$	$V_{DD}-1$			V	
	$V_{IL}$			$V_{SS}+1$	V	
引脚 F50, DO 高电平 低电平	$V_{OL}$			$V_{SS}+1$	V	$I_{OL} = 5mA$
	$V_{OH}$	$V_{DD}-1$			V	$I_{OH} = -2mA$
振荡器	建议的晶振: TV 彩色数据组晶振 $f = 3.5795\text{ MHz}$					
引脚 VREF 基准电流 基准电压	$-I_R$ $V_R$	23 1.1	25	27 1.3	μA V	和 $R = 47k\Omega$ 接至 $V_{SS}$ 基准至 $V_{SS}$

**最大额定绝对值\***

参数	代号	最小值	最大值	单位
供电电压	$V_{DD}-V_{SS}$	3.6V	6.0	V
任何引脚的电流	$I_{PIN}$	-150	+150	mA
储存温度	$T_{STG}$	-40	+125	°C
工作温度	$T_o$	-40	+85	°C

\*加压于上述之"最大额定绝对值"的条件能对器件造成永久性损坏。这只是加电压额定, 并不意喻组件在这些或其它在工作部分内所叙述的条件下的功能运作。长时间暴露至最大额定绝对值情形下可影响组件的可靠度。

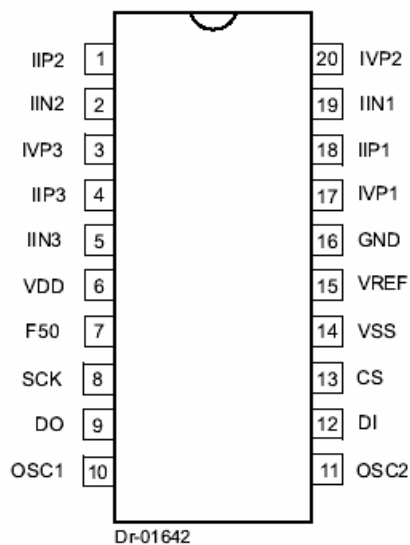
在制造, 测试与货运时, 对于外部的环境的危害例如静电放电 (ESD) 我们特别的加以保护。虽然我们的产品有 ESD 保护电路, 然而累积于体内的高电能静电放电和测试仪器能造成无法侦测到的放电而对组件造成永久性的损坏。因此, 建议适当的 ESD 预防, 进而避免在操作组件时降低其性能或遗失工能。





引脚叙述

引脚	名称	叙述
16	GND	模拟接地端。供应电压至此脚位应置于 $V_{DD}$ 与 $V_{SS}$ 之中位。
6	$V_{DD}$	正电压。若分流电阻用于电流感应则电压至此脚位之典型值为+2.5V，用于电流互感器时则可接+5V。
14	$V_{SS}$	负电压。若分流电阻用于电流感应则电压至此脚位之典型值为-2.5V，用于电流互感器时则可接0V。
17, 20, 3	IVP1, IVP2, IVP3	相位 1, 2 与 3 的电压之模拟输入。于标称电源电压，流入 A/D 转换器的电流应设为 $14\mu A_{RMS}$ 。当输入电流峰值为 $\pm 25\mu A$ ，电压感应输入则饱和。
18, 19, 1, 2, 4, 5	IIP1, IIN1, IIP2, IIN2, IIP3, IIN3	电流感应器输入端。于额定条件，各通道的分流电阻电压转换为 $16\mu A_{RMS}$ 的电流。电流感应输入饱和于 $\pm 25\mu A$ 峰值的输入电流。
15	VREF	此脚位为基准电流设定电阻之连接点。接一 $47k\Omega$ 电阻于 $V_{SS}$ 设为最好之工作条件。
10, 11	OSC1, OSC2	晶振或陶瓷谐振器的接端。(OSC1 = 输入端; OSC2 = 输出端)
8	SCK	串行时迈入端。此脚位用于选通资料出入 SA9904B。
9	DO	串行数据出端。此脚位用于选通 SA9904B 的数据输出。DO 被驱动只当 CS 为正逻辑时。
7	F50	电压零交接。于任何一相位，在电源电压的每一正缘，F50 输出端产生一脉冲。
12	DI	串行数据入端。接受数据只当芯片选项 (CS) 设为正逻辑。
13	CS	芯片选项。此引脚对应正逻辑信号。



订购资讯

组件代号	封装
SA9904BPA	PDIP20
SA9904BSA	SOIC20

图2: 引脚接线: 封装: PDIP20, SOIC20

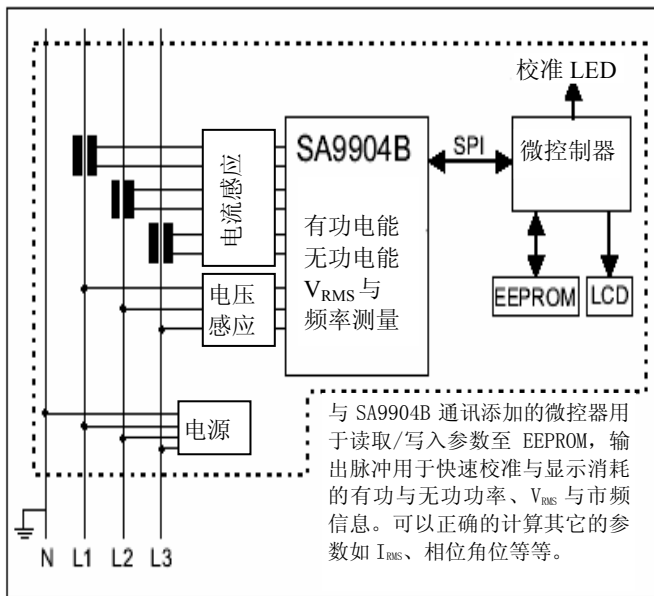


SA9904B

sames

功能叙述

SA9904B 为 CMOS 混合信号模拟/逻辑集成电路，其执行有功功率、无功功率、RMS 电压与市频的测量。此集成电路包含三相功率与电能测量(如电压与电流感应输入的过度采样 A/D 转换、功率计算与电能积分)全部所需的功能。



Dr-01643

图3: 使用 SA9904B 的电表的典型构造

SA9904B 整合有功与无功功率瞬时值于 24 位元暂存器。RMS 电压与频率连续地被测量并存储于各别的暂存器。电源电压的零交接口可于 F50 输出端取得。SA9904B 的 SPI 接口有一三-状态输出，允许在单一 SPI 汇流排连接多个电表。

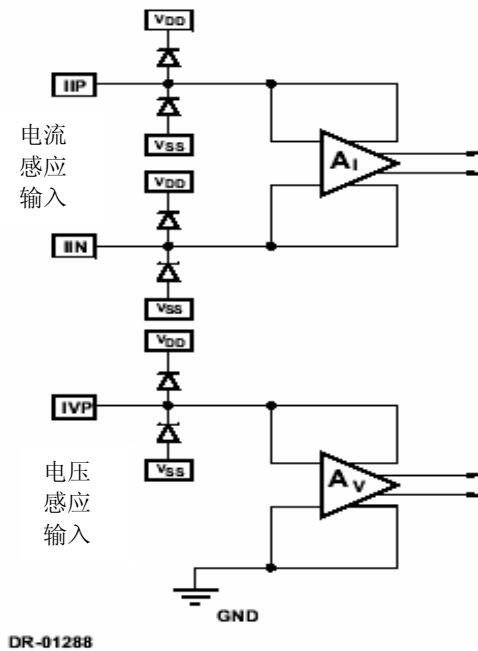
输入信号

模拟输入配置

电流与电压感应输入的输入电路说明于图 4。此输入以箝制二极管防止静电放电的破坏。放大器(A<sub>1</sub>与 A<sub>v</sub>)的反馈回路对输入信号形成虚拟短路，为模拟信号处理电路提供了输入电流的精确复制。电压与电流的感应输入电路是相同的，两个输入端以差分电流驱动至 ±25μA 峰值。电压感应输入端之一于内部与 GND 相联。此可行性是基于电压感应输入比电流感应输入对外在引起的寄生信号较不敏感。

电流感应输入 (IIN1, IIP1, IIN2, IIP2, IIN3, IIP3)

于额定电流(I<sub>MAX</sub>)，电阻值应选为 16μA<sub>RMS</sub> 的输入电流。依图 5，电流通道 1 的电阻 R1 与 R2，电流通道 2 的电阻 R3 与 R4，与电流通道 3 的电阻 R5 与 R6 定义流入 SA9904B 电流感应输入端的电流位。电流感应输入饱和于 ±25μA 峰值。电阻 Rsh1, Rsh2 与 Rsh3 为电流互感器终端电阻。终端电阻的电压降应至少为 20mV 但不可高于 200mV。于额定条件，理想值应大约为



DR-01288

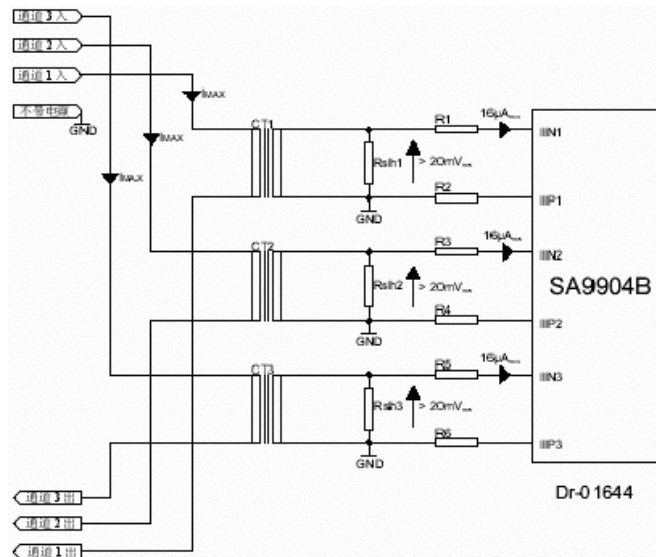
图4: 模拟输入端内部配置

100mV。电流感应的电阻值以下列计算：

$$R_1 = R_2 = (I_L / 16\mu A_{RMS}) \times R_{sh} / 2$$

$$R_3 = R_4 = (I_L / 16\mu A_{RMS}) \times R_{sh} / 2$$

$$R_5 = R_6 = (I_L / 16\mu A_{RMS}) \times R_{sh} / 2$$



Dr-01644

图5: 电流感应输入端配置



**SA9904B**

**sames**

就上式:

$I_L =$  线电流或使用 CT 时  $I_L =$  线电流 / CT 比例

Rsh = 分流电阻或 CT 终端电阻

Rsh 应小于 CT 第二绕组的电阻值。

**电压感应输入 (IVP1, IVP2, IVP3)**

一相位的电压感应(IVP)输入配置说明于图 6。相同的电路用于其它两个相位。流入电压感应输入(虚拟输入端)的电流应于额定条件设为  $14\mu A_{RMS}$ 。电压感应输入饱和于  $\pm 25\mu A$  峰值的输入电流。

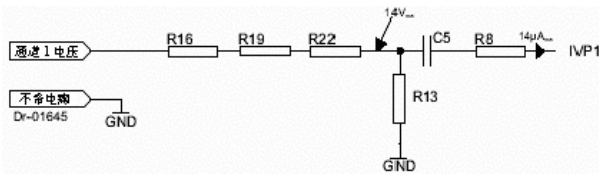


图6: 电压感应输入端配置

各电源电压分压为  $14V_{RMS}$  每相位。电阻 R8 设定电压感应输入的电流。分压器计算为给一 14V 的电压降。与 230V 的相电压, 分压器的方程式为:

$$R_A = R_{16} + R_{19} + R_{22}$$

$$R_B = R_8 || R_{13}$$

併和上式取得:

$$(R_A + R_B) / 230V = R_B / 14V$$

R13 选为  $24k\Omega$  电阻而 R8 为  $1M\Omega$  电阻。

代入此二值产生:

$$R_B = 23.44K$$

$$R_A = R_B \times (230V/14V - 1)$$

$$R_A = 361.6K$$

R16, R19 与 R22 的电阻值各选为  $120K$ 。

电容 C5 用于抵销电流互感器造成的电压感应与电流感应输入之间的任何相位偏移。下列计算抵销  $0.18$  度相位偏移的电容值:

$$C = 1 / (2 \times \pi \times \text{市频} \times R_5 \times \tan(\text{相位偏移角度}))$$

$$C = 1 / (2 \times \pi \times 50Hz \times 1M\Omega \times \tan(0.18 \text{度}))$$

$$C = 1.013\mu F$$

**基准电压 (VREF)**

VREF 脚位为偏压电阻的基准。接  $47k\Omega$  的电阻接至  $V_{SS}$  设为理想条件。

**串行时脉 (SCK)**

SCK 引脚用于同步化微控制器与 SA9904B 之间的数据交换。微控制器产生此引脚的时脉信号并决定 DO 与 DI 脚位的数据转换率。

**串行数据入端 (DI)**

DI 引脚为 SA9904B 的串行数据输入脚位。数据输入将以串行时脉(SCK) 决定的速率输入。数据只被接受当芯片选项(CS) 设为正逻辑。

**芯片选项 (CS)**

CS 输入端用于针对 SA9904B。正逻辑信号将使能 SA9904B 数据交换的开始。

**输出信号**

**串行数据出端 (DO)**

DO 引脚为 SA9904B 的串行数据输出脚位。串行时脉(SCK) 决定数据输出率。数据传输只当芯片选项(CS) 脚位为正逻辑。当芯片选项为负逻辑此输出为三-状态。

**电源电压感应零交接 (F50)**

F50 输出端产生一跟随电源电压零交接的信号, 见图 7。在电源电压零交接点的每一正缘, 此输出端产生一脉冲。内部逻辑确保此信号是从确凿的相位产生。如 3 相位全部为行踪不明但仍有电源施于 SA9904B 时, 此输出将产生一固定的  $54Hz$  信号。微控制器可使用 F50 得到电源计时。

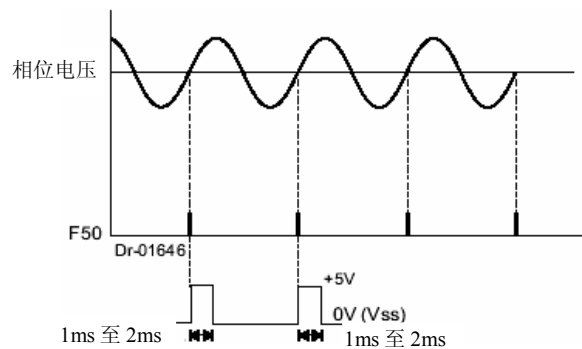


图7: 电源电压零交接

**SPI-介面**

**叙述**

串行周边的接口汇流排(SPI) 为一同步汇流排, 使用于微控制器与 SA9904B 之间的数据传输。引脚 DO(串行数据出端), DI(串行数据入端), CS(芯片选项)与 SCK(串行时脉)用于此汇流排的应用。SA9904B 为仆器件而微控制器为汇流排主器件。CS 输入起始与终止数据传输。SCK 信号(微控制器产生的)选通微控制器与 SA9904B 的 SCK 引脚间的数据。DI 与 DO 引脚为 SA9904B 的串行数据输入与输出脚位。



**SA9904B**

**暂存器存取**

表一列出各种暂存器位址。SA9904B 包含 9 个代表各相的有功电能，无功电能与电源电压的 24 位元暂存器。第 10 个 24 位元暂存器代表任何有效相位的市频。包含 3 个位址以保存与 SA9604A 的兼容性。3 个位址的任何其一可用于存取频率暂存器。

ID	暂存器	标头位元			A5	A4	A3	A2	A1	A0
1	有功相位 1	1	1	0	X	X	0	0	0	0
2	无功相位 1	1	1	0	X	X	0	0	0	1
3	电压相位 1	1	1	0	X	X	0	0	1	0
4	频率	1	1	0	X	X	0	0	1	1
5	有功相位 2	1	1	0	X	X	0	1	0	0
6	无功相位 2	1	1	0	X	X	0	1	0	1
7	电压相位 2	1	1	0	X	X	0	1	1	0
8	频率	1	1	0	X	X	0	1	1	1
9	有功相位 3	1	1	0	X	X	1	0	0	0
10	无功相位 3	1	1	0	X	X	1	0	0	1
11	电压相位 3	1	1	0	X	X	1	0	1	0
12	频率	1	1	0	X	X	1	0	1	1

表一：暂存器位址

标头位元 110(0x06) 必须在暂存器的 6 位元位址之前被存取。当 CS 为高信号，DI 引脚上的数据于 SCK 的正缘被送入 SA9904B。图表 8 陈述送入 DI 的数据其由 110 A5 A4 A3 A2 A1 A0 组成。包含 A5 与 A4 的位址位置以便往后发展的兼容性质。

暂存器可以以任何顺序个别被读取。在读取一个暂存器后，下一个暂存器的内容值将与每一 SCK 时脉周期移出至于 DO 引脚上。连续输出数据至 DO 直至 CS 为闲置的。

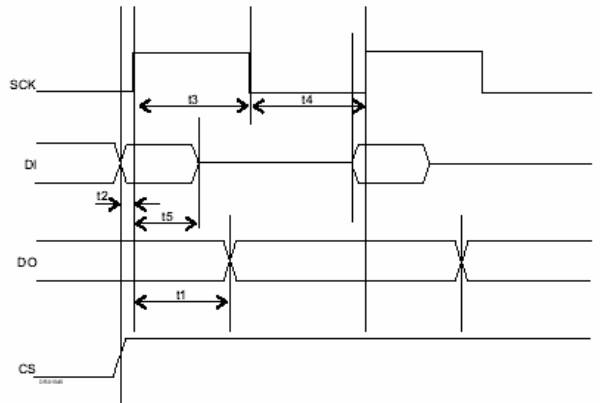
当微控器需要一 8 位元 SPI 字元长度，暂存器位址需要的 9 位元可以以领头零位元填满。下列次序是有效的：

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	A5	A4	A3	A2	A1	A0

**数据形式**

图 8 展示 SPI 波形而图 9 为时序资讯。于 SCK 正缘输入位址的最低有效位元后，DO 输出在 SCK 负缘时转为低信号。SCK 引脚上随后的每个负缘转变将证实 DO 引脚上的下个数据位元。

每个暂存器的数据的内容以 24 位元的数据组成。最高有效位元首先被移出。



参数	叙述	最小值	最大值
t1	SCK 正缘至 DO 有效值	625ns	1.160µs
t3	SCK 最低的高信号时间	625ns	
t4	SCK 最低的低信号时间	625ns	
t2	SCK 正缘前的 DI 与 CS 准备时间	20ns	
t5	DI 保持时间	625ns	

图 9: SPI 时序图与时序资讯

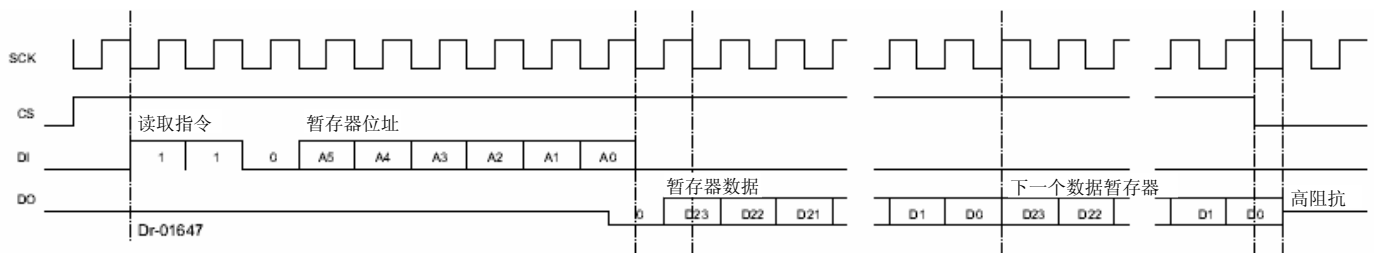


图 8: SPI 波形图



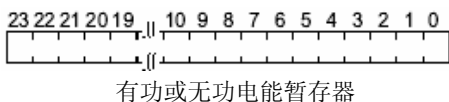


SA9904B

暂存器叙述

有功与无功暂存器

每相位的有功与无功功率被积存于 24 位元暂存器。这些暂存器为 24 位元上/下计数器其数值在额定条件下于 320k 采样每秒的速率递增或递减。



在正电电流，暂存器数值将递增而于负电电流则递减，如图 10 所示。

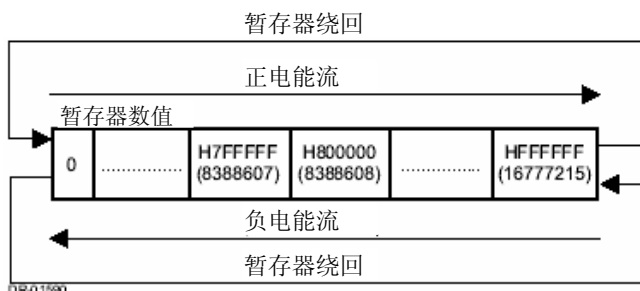


图 10: 暂存器递增/递减显示暂存器绕回

于存取后不重设有功与无功暂存器。目前的读数必须减掉上一个读取的数值以决定正确的暂存器数值。从暂存器读取的数据代表随时间积分的有功与无功功率。读数间的增加或减少代表测得的电能消耗。于额定条件下，每 52 秒，有功与无功暂存器将绕回。当计算暂存器数值间的差数，微控程式需考虑此条件。

如一例，假设接一不变的负载， $\Delta$ 值为 22260 ( $\Delta$ 值 = 目前的暂存器值 - 上一个暂存器值)。基于不变负载，每当读取暂存器值并减去上一值， $\Delta$ 值应为 22260 (假设读数间的周期是相同的)。然而当暂存器绕回发生，此情况将改变。以下例子将说明此情况：

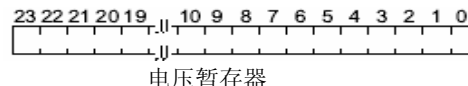
叙述	变数	十进位法	十六进位法
目前的暂存器值	新值	16767215	0x00FFD8EF
上一个暂存器值	旧值	16744955	0x00FF81FB
新值 - 旧值	$\Delta$ 值	22260	0x000056F4
暂存器现在绕回所以下一个读数后的值为如下：			
目前的暂存器值	新值	12259	0x00002FE4
上一个暂存器值	旧值	16767215	0x00FFD8EF
新值 - 旧值	$\Delta$ 值	-16754956	0x00FFA90B

使用此 $\Delta$ 值将造成错误的计算。

电压暂存器

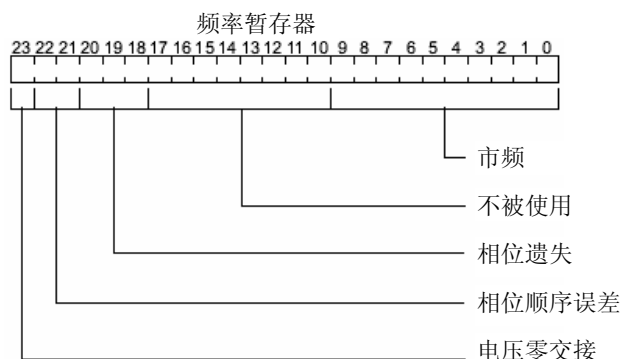
3 个暂存器包含各相位测得的 RMS 电压值。

在 50% 至 115% 额定电源电压的范围内，RMS 电压测量的精确度为 1%。



频率暂存器

单一频率暂存器包含供与有效相位的测得之市频资讯。内在逻辑确保频率资讯是从被使用的 F50 输出脚位的同相位所产生的。唯位元 D0 至 D9 用于频率计算，而剩余的位元仍然必须移出。则额外的资讯便可以从这些数据位元取得。



位元位置	叙述																
0 至 9	这些位元代表频率计算时使用的数值。																
10 至 17	不被使用																
18, 19, 20	相位遗失。这些位元指示在错过的相位情况的期间哪些相位是失踪的。																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>D18</th> <th>D19</th> <th>D20</th> <th>相位遗失</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>相位 1</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>1</td> <td>X</td> <td>相位 2</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>X</td> <td>1</td> <td>相位 3</td> </tr> </tbody> </table>	D18	D19	D20	相位遗失	1	X	X	相位 1	X	1	X	相位 2	X	X	1	相位 3
D18	D19	D20	相位遗失														
1	X	X	相位 1														
X	1	X	相位 2														
X	X	1	相位 3														
21, 22	相位误差的状况可以以这两位元确定。																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>D21</th> <th>D22</th> <th>相位遗失</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>无相位误差</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>相位顺序误差</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>X</td> <td>相位遗失</td> </tr> </tbody> </table>	D21	D22	相位遗失	0	0	无相位误差	0	1	相位顺序误差	1	X	相位遗失				
D21	D22	相位遗失															
0	0	无相位误差															
0	1	相位顺序误差															
1	X	相位遗失															
23	电压零交接。此位元依电源电压的正缘改变其状态。																



## 功率计算

功率瞬时信号以电流与电压信号相乘产生：有功功率 =  $V \times I \times \cos(\phi)$ ，而无功功率 =  $V \times I \times \sin(\phi)$ 。功率信号被连续地添加至各别的电能暂存器。正功率将被加至电能暂存器内容而负电能将被减去。

## 使用暂存器数值

### 有功与无功电能暂存器

测得的有功与无功电能每计数可以使用下列方程式计算：

$$\text{电能每计数} = (V_{\text{RATED}} \times I_{\text{RATED}}) / 320000$$

(为瓦秒或无功伏安秒)

其：

$V_{\text{RATED}}$  = 电表的额定电源电压

$I_{\text{RATED}}$  = 电表的额定电源电流

以 SA9904B 测得的有功与无功功率以下列计算：

$$\text{功率} = V_{\text{RATED}} \times I_{\text{RATED}} \times N / \text{INT}_{\text{TIME}} / 320000$$

(为瓦特或无功伏安)

其：

$V_{\text{RATED}}$  = 电表的额定电源电压

$I_{\text{RATED}}$  = 电表的额定电源电流

$N$  = 相继读数间的暂存器数值差数 ( $\Delta$ 值)

$\text{INT}_{\text{TIME}}$  = 相继读数间的时间差值 (为秒)

## 电源电压暂存器

在 50% 至 115% 额定电源电压的范围内，RMS 电压测量的精确度为 1%。以 SA9904B 测得的 RMS 电源电压以下列计算：

$$\text{电压} = V_{\text{RATED}} \times V_{\text{REGISTER VALUE}} / 700$$

其：

$V_{\text{RATED}}$  = 电表的额定电源电压

$V_{\text{REGISTER VALUE}}$  = 电压暂存器值

## 市频暂存器

以 SA9904B 测得的市频以下列计算：

$$\text{频率} = F_{\text{CRYSTAL}} / 256 / F_{\text{REGISTER VALUE}}$$

其：

$F_{\text{CRYSTAL}}$  = 外在晶振频率。

$F_{\text{REGISTER VALUE}}$  = 频率暂存器的位元 D9 至 D0。





## 典型应用

电表的三相功率/电能计量部分需要的元件指示于图 11。此应用使用电流互感器于电流感应。4-线电表部分可以测量 3x230V/80A 而其精确度并优于 1 级。

SA9904B 集成电路最重要的外在元件为电流感应电阻，电压感应电阻与偏压设定电阻。

### 偏压电阻

R7 定义全部的片内与基准电流。以  $R7 = 47k\Omega$  设为最理想的情况。

### CT 结端电阻

于额定电流，CT 结端电阻的电压降应至少为 20mV。使用的 CT 持有低相位漂移与 1:2500 的比率。CT 以  $2.7k\Omega$  的电阻结端，并在额定条件下(在电表的  $I_{max}$ )给与结端电阻 86.4mV 的电压降。

### 电流感应电阻

R1 与 R2 电阻定义流入器件相位 1 的电流感应输入的电流位。电阻选为给在额定条件下于电流输入端供给  $16\mu A$  输入电流的电阻值。

依在电流感应输入部分叙述的方程式：

$$\begin{aligned} R1 = R2 &= (I_L / 16\mu A) \times R_{SH} / 2 \\ &= 80A / 2500 / 16\mu A \times 2.7\Omega / 2 \\ &= 2.7k\Omega \end{aligned}$$

$I_L$  = 线电流/CT 比率

三个电流通道是完全相同的所以  $R1 = R2 = R3 = R4 = R5 = R6$ 。

### 分压器

分压器以供给 14V 的电压降计算。

图 5 内分压器的方程式为：

$$R_A = R16 + R19 + R22$$

$$R_B = R8 \parallel R13$$

併合此二式产生：

$$(R_A + R_B) / 230V = R_B / 14V$$

R13 的电阻值选为  $24k\Omega$  而 1M 电阻值用于 R8。

带入这些数值产生：

$$R8 = 23.44k$$

$$R_A = R_B \times (230V / 14V - 1)$$

$$R_A = 361.6k$$

R16, R19 与 R22 的电阻值各选为 120k。

三个电压通道是完全相同的所以  $R14 = R15 = R16 = R17 = R18 = R19$  而  $R20 = R21 = R22$ 。

### 晶振

振荡器使用  $f = 3.5795MHz$  的 TV 彩色数据组晶振。振荡器频率于片内分降为 1.7897MHz 以供应 A/D 转换器与逻辑电路系统。

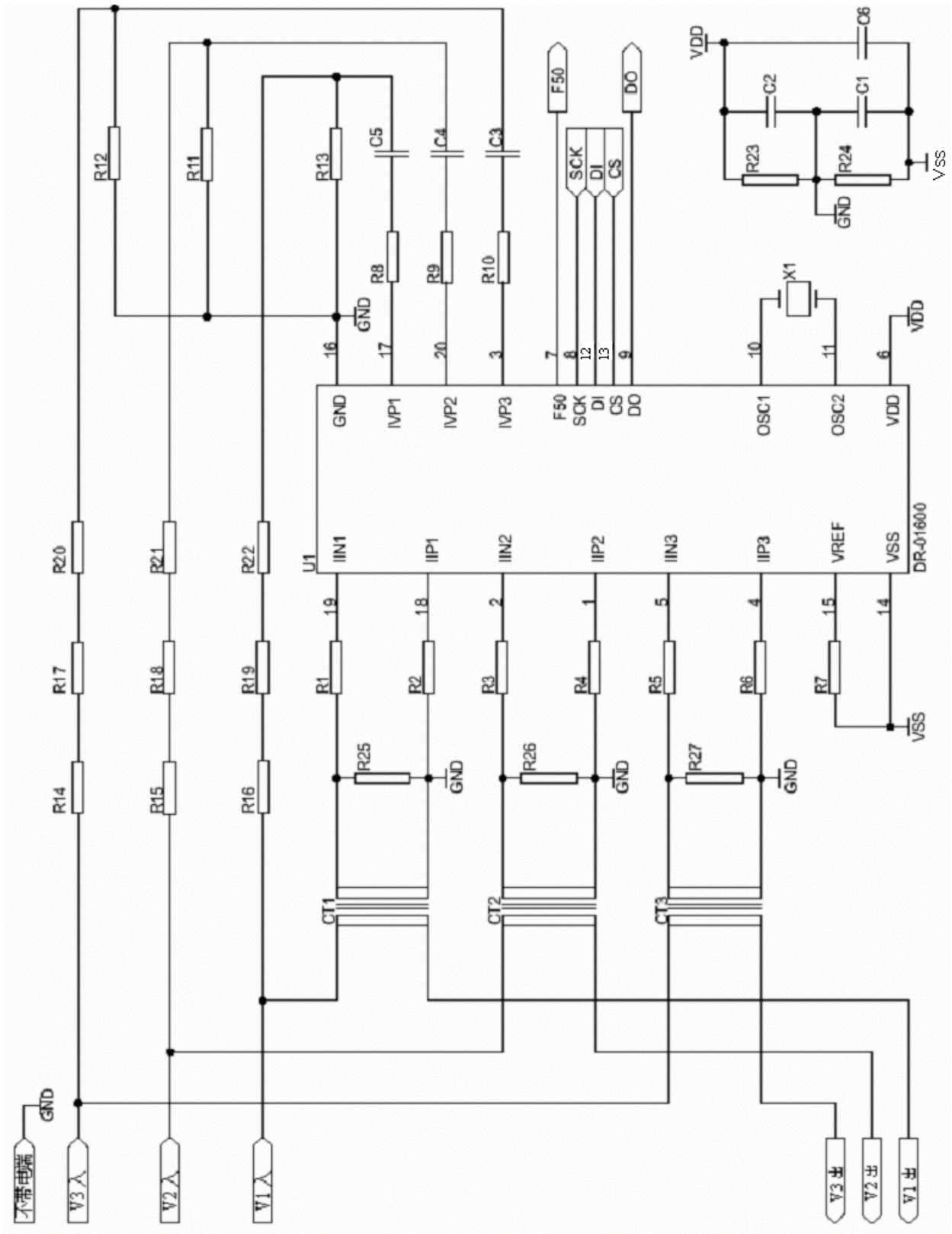


图 11: 典型应用电路



应用电路元件表：图 11

符号	叙述	详述
U1	SA9904B	PDIP20 / S01C20
R1	电阻, 2.7k, 1/4W, 1%金属	注释 1
R2	电阻, 2.7k, 1/4W, 1%金属	注释 1
R3	电阻, 2.7k, 1/4W, 1%金属	注释 1
R4	电阻, 2.7k, 1/4W, 1%金属	注释 1
R5	电阻, 2.7k, 1/4W, 1%金属	注释 1
R6	电阻, 2.7k, 1/4W, 1%金属	注释 1
R7	电阻, 47k, 1/4W, 1%金属	
R8	电阻, 1M, 1/4W, 1%金属	
R9	电阻, 1M, 1/4W, 1%金属	
R10	电阻, 1M, 1/4W, 1%金属	
R11	电阻, 24k, 1/4W, 1%金属	
R12	电阻, 24k, 1/4W, 1%金属	
R13	电阻, 24k, 1/4W, 1%金属	
R14	电阻, 120k, 1/4W, 1%金属	
R15	电阻, 120k, 1/4W, 1%金属	
R16	电阻, 120k, 1/4W, 1%金属	
R17	电阻, 120k, 1/4W, 1%金属	
R18	电阻, 120k, 1/4W, 1%金属	
R19	电阻, 120k, 1/4W, 1%金属	
R20	电阻, 120k, 1/4W, 1%金属	
R21	电阻, 120k, 1/4W, 1%金属	
R22	电阻, 120k, 1/4W, 1%金属	
R23	电阻, 1k, 1/4W, 1%金属	
R24	电阻, 1k, 1/4W, 1%金属	
R25	电阻, 2.7R, 1/4W, 1%金属	注释 1
R26	电阻, 2.7R, 1/4W, 1%金属	注释 1
R27	电阻, 2.7R, 1/4W, 1%金属	注释 1
C1	电容, 220nF	
C2	电容, 220nF	
C3	电容, 820nF	注释 2
C4	电容, 820nF	注释 2
C5	电容, 820nF	注释 2
C6	电容, 820nF	注释 3
CT1	电流互感器, TZ76	
CT2	电流互感器, TZ76	
CT3	电流互感器, TZ76	
X1	晶振, 3.57954MHz	

**注释 1:** 电阻值(R1 至 R6) 依结端电阻(R25 至 R27) 的选择与 CT 的组合而定。

**注释 2:** 可选电容值以补偿电流互感器造成的相位误差。

**注释 3:** 电容 C6 位置需紧接 U1 的电源引脚,  $V_{DD}$  与  $V_{SS}$ 。



## 声明:

此文件内之资讯属机密性的并为南非微电子系统有限公司 (“SAMES”) 所专有。在无 SAMES 的书写同意下不能全部或部分影印此文件，也不可泄露给第三者。此内资讯为刊登当时之最新版本；然而，在任何情况下递送此文件并不意喻这里面的资讯在出版期后是正确的。SAMES 不通知拥有此文件者有关任何里面资讯的变更。SAMES 有权做任何更改而不发与通知，即使如此变更可能造成不正确或不完整的资讯。SAMES 不对设计的电路将无错误的运作或以设计者的意愿运作做任何表示或保证。

任何销售或技术问题可寄予我们的网路信箱：  
[energy@sames.co.za](mailto:energy@sames.co.za)

请浏览我们的网址取得最新数据表格：  
<http://www.sames.co.za>

### 南非微电子系统有限公司

电话: (012) 333-6021  
电话: 国际 +27 12 333-6021  
传真: (012) 333-8071  
传真: 国际 +27 12 333-8071

P O BOX 15888  
LYNN EAST  
0039  
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA

33 ELAND STREET  
KOEDOESPOORT INDUSTRIAL AREA  
PRETORIA  
REPUBLIC OF SOUTH AFRICA