

## HT46R12 在电磁炉中的应用

文件编码: HA0101S

### 简介

HT46R12/HT46R14 是两款 HOLTEK 标准 A/D 型 MCU 系列产品。它们都内含含有 PPG(Programmable Pulse Generator:可编程脉波发生器)功能。因内含的 PPG 硬件电路模块,这两款产品目前是非常适宜应用在电磁炉方案中。它们的主要规格具有 2Kx14/4Kx15 程序空间、88x8/192x8 数据空间、16/20 双向 I/O 口、4/8 通道 9-bit ADC, 两组比较器, 1/2 PPG 输出功能, 两组 8-bit 可编程向上计数器、另具备 PFD 功能等。

在本文中,我们将以 HT46R12 为主体,说明 PPG 应用于电磁炉的控制方式,并附上实际范例线路图,供使用者参考及引用。

### 工作原理

#### 电磁炉的工作原理

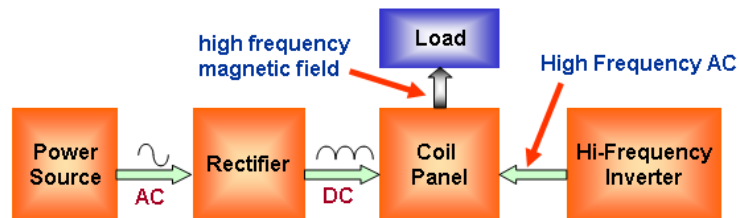


Fig.1

从 AC 电源端取电经过一个桥式整流器得到一个含有 ripple 的 DC 高压连接到激磁线圈。通过控制功率器件 IGBT 的快速开关使得激磁线圈里产生一高频电流,进而产生一个高频磁场,该磁场感应激磁线圈上的金属容器(也就是炊具),使其产生涡电流,使这个金属容器发热进而对容器内的食品加热。激磁线圈的操作频率一般在 25K 到 30K 之间。

HT46R12 在电磁炉方案中的控制方框图

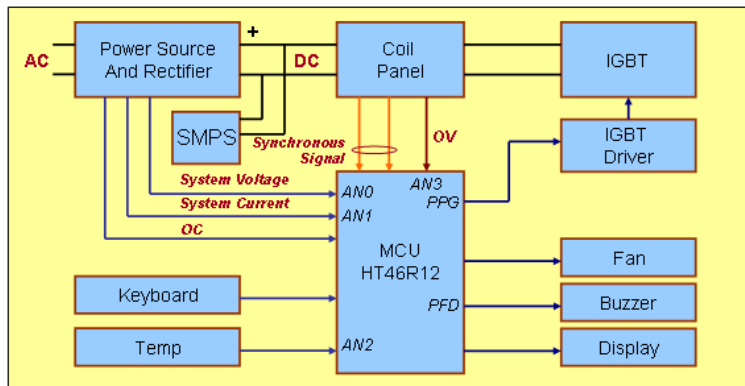


Fig.2

图二 (Fig.2) 所示的是 HT46R12 应用于电磁炉方案中的一个完整的框架图，所有信号包括过电压(OV)、过电流(OC)、系统电压、系统电流、同步信号、温度侦测及按键扫描都是直接通过 MCU 来处理。另外像风扇、蜂鸣器及显示部分也是由 HT46R12 的输出口来完成。整个系统的功率部分是藉由 PPG 输出来控制的。

## 应用电路说明

范例电路(一)是一个完整的电磁炉方案原理图,主要是使用 HT46R12 来做为主控制器。这个范例电路包括了以下几个部分:系统电源电路、SMPS 电路、IGBT 以及 IGBT 的驱动电路、按键扫描电路、LED 显示电路、温度侦测电路、过压及过流侦测电路、系统功率侦测电路、风扇及蜂鸣器控制电路、同步信号侦测电路以及 MCU 控制电路。

### 系统电源

系统是直接从 AC 取电通过一个桥式整流得到一个含有纹波的 DC 高压直接提供给激磁线圈 L3,再经由 L2 和 L3 连接到 IGBT。图中 L1 器件是一个 EMI 的对策元件。

### SMPS

SMPS (Switch Mode Power Supply)电路在图中是以一个方框表示,它的电源是来直于 DC 高压。在这个电路中高压 DC 通过电压转换得到三组低压 DC。+5V DC 是提供给 MCU 及 MCU 周边的器件使用,+12V DC 是提供给风扇使用,+18V DC 是提供给 IGBT 的驱动来使用。

### IGBT and Driver IC

IGBT (Q1) 是电路中的一个主要的器件,主要是去控制激磁线圈 (L3)。因为一般 IGBT 的启动电压要求是大于 15V (在这个电路中我们是使用的 18V),而 MCU 的输出的控制信号最高只有 5V,那么就要用到一个 TA-8316S (IC2) 来进行电源转换。IC2 的功能主要就是将 MCU PPG 输出的高电平幅值为 5V 的方波调整成一个高电平值为 18V 的方波输出到 IGBT 的控制端,当 PPG 输出为高时,IGBT 开启,PPG 输出为低时,IGBT 截止。TA-8316S 也可以由几个晶体管来替换。

注意: HT46R12 的 PPG 可以通过掩膜选项设置输出高脉冲或是低脉冲。

### 按键及 LED 显示

在例图(1)中是规划了以 6 个 I/O 口来完成 4 个按键及 5 个 LED 显示。主要是利用切换 I/O 口的输入输出功能来完成的。

### 温度侦测

RT1 是一个 NTC 电阻，它是一个温度传感器。主要是通过跟一个标准电阻做分压，利用 AN2 这个 AD 口来检测该点的电位来获取锅底的当前温度，MCU 会通过获得的这个温度值来调整当前的功率。

RT2 与 RT1 一样也是一个 NTC 的温度传感器，它是与一标准电阻串联利用两个电阻的分压去控制一个三极管 Q5 的导通与否，Q5 的 C 端接 C0VIN+，E 端接到地。一旦侦测点的温度过高，Q5 会打开，使得 C0VIN+ 点电位会被拉到地，比较器 0 会立即输出一个下降沿停止 PPG 的输出。这个温度检测电路可以根据客户使用的要求用来侦测整机或 IGBT 的温度。

### 过电压及过电流侦测电路

过电压(OV)：当电磁炉在正常工作的时候，T1 这点的电压也有可能因为 IGBT 切换或杂讯的干扰或是上面锅具的偏移而瞬间过高，超出 IGBT 所能承受的范围进而损坏 IGBT。所以针对此我们必须监测该点电压来做一些保护动作。OV 点是接至 AN3 这个 AD 输入口，MCU 通过侦测该点电压实行必要的功率调节。

过电流(OC)：当流过 IGBT 的电流大于 IGBT 的额定电流时，它也会损坏 IGBT。在电源线与桥式整流器之间有一个比流器，使用者可以通过检测比流器上一点点的电位来获得当前流过 IGBT 的电流以控制或调整输出功率达到保护整个系统的目的。在这个电路里 OC 这点是接至 C0VIN-，当有过电流现象出现时，C0VIN- 的电位会高于 C0VIN+ 这点的电位，从而比较器 0 会产生一个下降沿去停止 PPG 的输出。

### 系统功率侦测

在工作过程中必须实时侦测当前的功率是否与用户设置的功率相匹配。在这个电路中，是通过 AN0 口采样系统电压，AN1 口采样系统电流来完成功率的侦测的。设计者可以通过这两点的检测进行运算得到当前实际的功率值，以此数据为基础调整输出功率。这里 VR1 是微调系统功率之用。

### 风扇及蜂鸣器的输出控制

一旦电磁炉开始运转，控制风扇的晶体管 Q4 就会被打开使风扇运转起来，以排除炉内可能产生的高温。

Q3 是蜂鸣器的驱动，它是连接到 MCU 的 PFD 输出口。蜂鸣器的输出频率可以通过改写 TIMER 的设置来调整。用户可以根据系统不同状态的要求设计出不同的提示音。

### 同步信号侦测电路

电磁炉是通过控制激磁线圈的功率来实现加热的。为控制激磁线圈的功率，于激磁线圈两端(T0, T1)分别经由分压取出 SYN-P 和 SYN-I。SYN-P 反应

输入电源端的电压，此点是作为 MCU 内比较器 CIVIN+ 的参考电压。SYN-I 为反应连接 IGBT 端的电压点，此点作为同步信号电压，连接至 MCU 内比较器 CIVIN-。当同步信号电压 SYN-I 低于 SYN-P 电压点时，比较器 1 产生下降沿，若 PPG 功能是开启的，将激活 PPG 输出 (PPG 输出 high 这里 IGBT Driver 为 high 驱动)。

### MCU 控制电路

在这个应用电路中，MCU 分别将上述侦测回路经由比较器输入，AD 转换，I/O 输入等侦测系统电压、电流、过电压、过电流、温度、同步信号及按键状态。经运算处理及进而控制 PPG 功率输出,风扇输出,BUZZER 输出及 LED 输出显示等。

## PPG 功能介绍

### PPG 特性

HT46R12 提供一组 PPG(Programmable Pulse Generator)功能，可提供  $256 \times T$  的 Pulse Width，其中 T 的值可为  $1/f_{sys}$ 、 $2/f_{sys}$ 、 $4/f_{sys}$ 、 $8/f_{sys}$ 、 $16/f_{sys}$ 、 $32/f_{sys}$ 、 $64/f_{sys}$  及  $128/f_{sys}$  为 PPG 控制器 PPG0C bit4~bit2 预除值/ $f_{sys}$ 。PPG output level 可由 Mask option 选择 Active Low 或 Active High。

- PPG 计数器

PPG0 是由 PPG0 计数器、一个 PPG 控制模块和两组比较器组成。其中 PPG0 计数器又是由一组预分频、一个 8bit 向上计数器及一个 8BIT 的预置寄存器三部分组成。可编程脉冲发生器也就是 PPG 是从预置寄存器内的值开始向上计数至到数据由“FFH  $\rightarrow$  00H”结束计数，一旦计数溢出预置寄存器内的值会被重新自动载入 PPG0 计数器同时会产生一个信号去停止 PPG 的输出。一旦 PPG 计数器溢出，POST 这个 BIT 位也会相应被清 0。

有两个寄存器与 PPG0 有关，一个控制寄存器 PPG0C，一个计数器的预置寄存器 PPGT0。PPG0C 这个控制寄存器主要用于 PPG 功能的设定，具体包括：使能或不使能比较器 0/1、选择 PPG 计数器的预分频系数、选择停止 PPG 计数的信号是否来自比较器 0 输出的下降沿信号、选择启动 PPG 的信号是否来自比较器 1 输出的下降沿信号、软件指令位是触发或停止 PPG 输出。软件设计者可以通过设置不同的预分频系数及 PPGT0 内的值来达到调整 PPG 输出脉冲宽度的目的。

- PPG 控制寄存器

PPG 控制模块的控制器 PPG0C 内共有 8 个有效控制 BIT 位。

PPG0C (20H)	POST	PORSEN	P0SPEN	P0PSC2	P0PSC1	P0PSC0	CMP1EN	CMP0EN
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
POR value	0	0	0	0	0	0	0	0

CMP0EN: 使能或不使能比较器 0. (0: 不使能, 1: 使能)

CMP1EN: 使能或不使能比较器 1 (0: 不使能, 1: 使能)

P0PSC2, P0PSC1, P0PSC0: 这三位是用来选择 PPG0 计数器的预分频系数。

P0SPEN: 使能或不使能 PPG0 的停止信号是否是来自于比较器 0 的下降沿输出(0: 不使能, 1: 使能)

PORSEN: 使能或不使能 PPG0 的启动信号是否是来自于比较器 1 的下降沿输出(0: 不使能, 1: 使能)

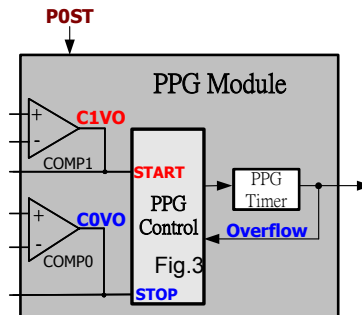
POST: PPG0 的软件指令控制位(0: 停止, 1: 启动)

P0PSC2	P0PSC1	P0PSC0	Prescaler Division Ratio
0	0	0	$Pfs=f_{sys}$
0	0	1	$Pfs=f_{sys}/2$
0	1	0	$Pfs=f_{sys}/4$
0	1	1	$Pfs=f_{sys}/8$
1	0	0	$Pfs=f_{sys}/16$
1	0	1	$Pfs=f_{sys}/32$
1	1	0	$Pfs=f_{sys}/64$
1	1	1	$Pfs=f_{sys}/128$

注意：关于 PPG 功能更详细的描述请参看 HT46R12 的规格书。

如何控制 PPG 功能

- 有两个寄存器和两个掩膜选项设置位与 PPG 相关：
  - PPGT0: PPG0 计数器寄存器
  - PPG0C: PPG0 控制寄存器
  - P0LEV: 定义 PPG 输出的有效输出电平是高或是低（掩膜设置位）
  - PTSYN: 定义 PPG 计数器的时钟是否是 PPG 时钟同步（掩膜设置位）
- 在使用 PPG 功能之前要做的几项定义
  - 设置 PPG 的有效输出电平（P0LEV; 掩膜选项）.
  - 设置 PPG0 计数器的时钟是否与 PPG 时钟同步（PTSYN; 掩膜选项）.
  - 设置 PPG0 计数器的预分频系数，给 PPGT0 赋初值以定义输出的 PPG 脉冲宽度
  - 使能比较器 0 和比较器 1（CMP0EN,CMP1EN）
  - 使能 PPG0 的输入（PORSEN, POSPEN）
  - 通过改变 PPGT0 的值调整输出功率
- 如何启动或停止 PPG 功能
  - 有两种方式可以启动 PPG 输出
    - a) 比较器 1 输出下降沿
    - b) 通过软件指令将 POST 这个 bit 位置 1
  - 有三种方式可以停止 PPG 的输出
    - a) 比较器 0 输出一个下降沿
    - b) 通过软件指令将 POST 这个 bit 位置 0
    - c) PPG 计数器计数溢出



如何通过 PPG 来控制功率

- HT46R12 提供两组比较器, COMP0 和 COMP1。这两组比较器的工作电压是与 MCU 工作电压一样, 在这个应用电路中工作电压为 5V。
- COMP0 主要作为控制 PPG 输出停止之用。在 POSPEN bit 是使能的 (PPGC0 缓存器的 bit5=1) 情况下, 一旦 COMP0 输出端 (C0OUT) 产生下降沿, PPG 输出就会被马上停止。在此范例线路中 (Fig.4) 此比较器主要作为过电流的处理。当负载电流瞬时过大时, 亦即经过 IGBT 的电流瞬时超出预定控制范围内的所需之电流过大时, 将反应在 CT 产生的电压 OC 点上, OC 连接至 MCU C0VIN-端 (COMP0 负端)。当 OC 电流产生的电压大于 C0VIN+端参考电压时, COMP0 由 H 转 L (下降沿), 进而控制 PPG 输出停止 (PPG 输出 low)。
- COMP1 主要作为控制 PPG 输出启动之用。在 PORSEN 这个 BIT 位被使能的情况下 (PPGC0 缓存器的 bit6=1), 一旦比较器 1 输出一个下降沿信号, 就会直接启动 PPG 输出。在这个范例线路中 (Fig.4) 此比较器 1 是用来处理系统同步信号的。在 IGBT 关断后, T1 这点的电位会从高到低跌落, 在这个过程中一旦 SYN-I 的电位低于 SYN-P 这点的电位, 比较器 1 会产生一个下降沿信号去启动 PPG 计数器进而又再一次打开 IGBT。
- PPG 功能的启动与停止信号可以是来自于比较器 1 和比较器 0, 也可能是直接通过软件指令设置 POST 这个 BIT 位来控制。(PPGC0; bit.7)

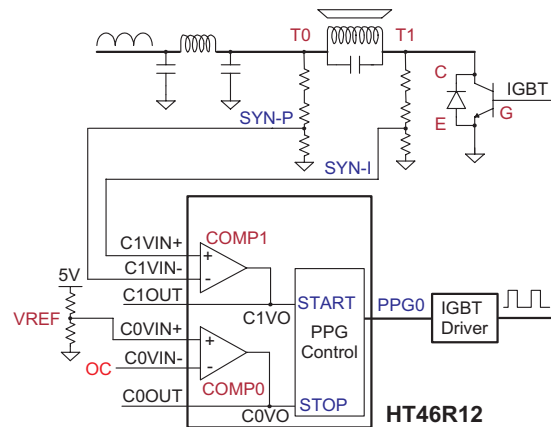
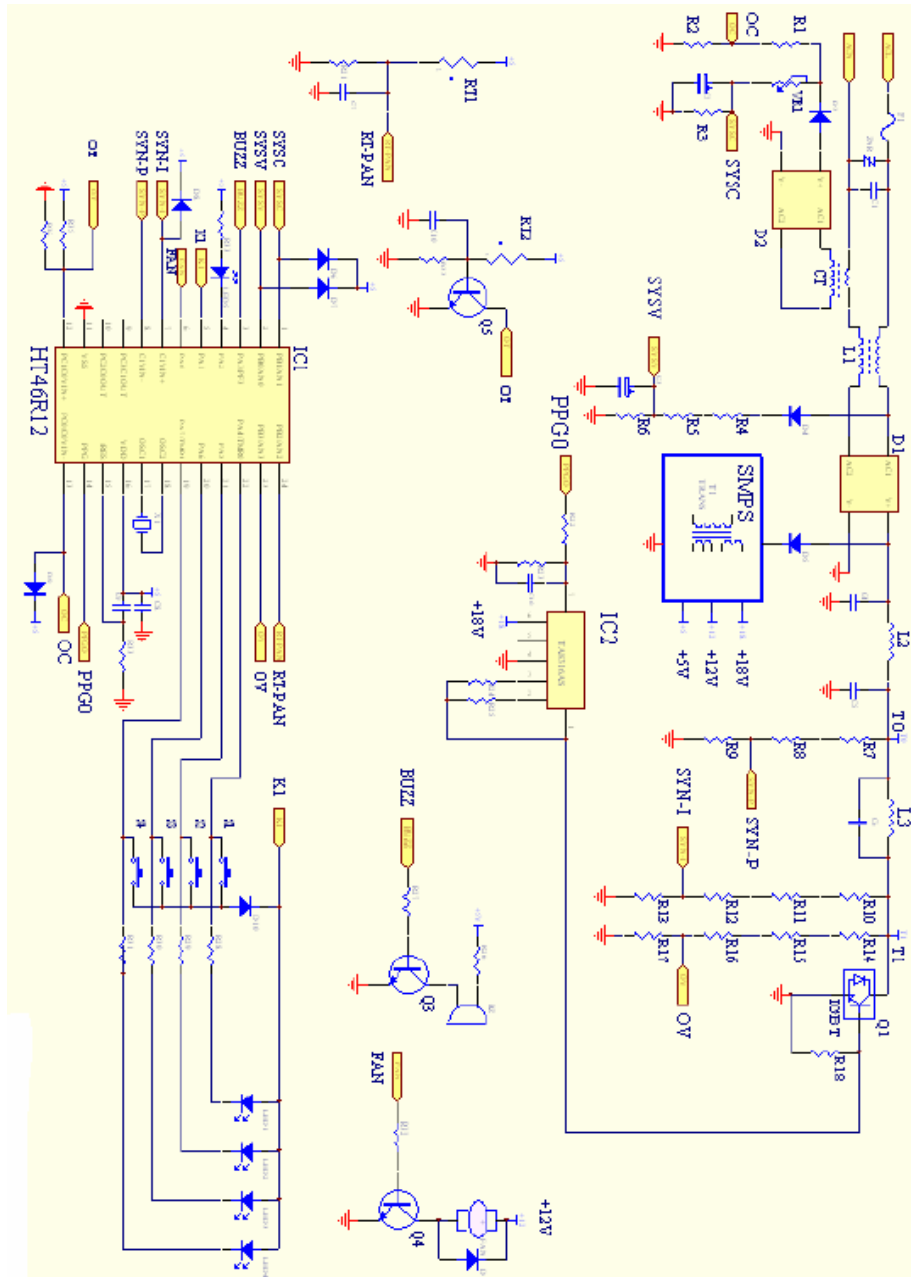


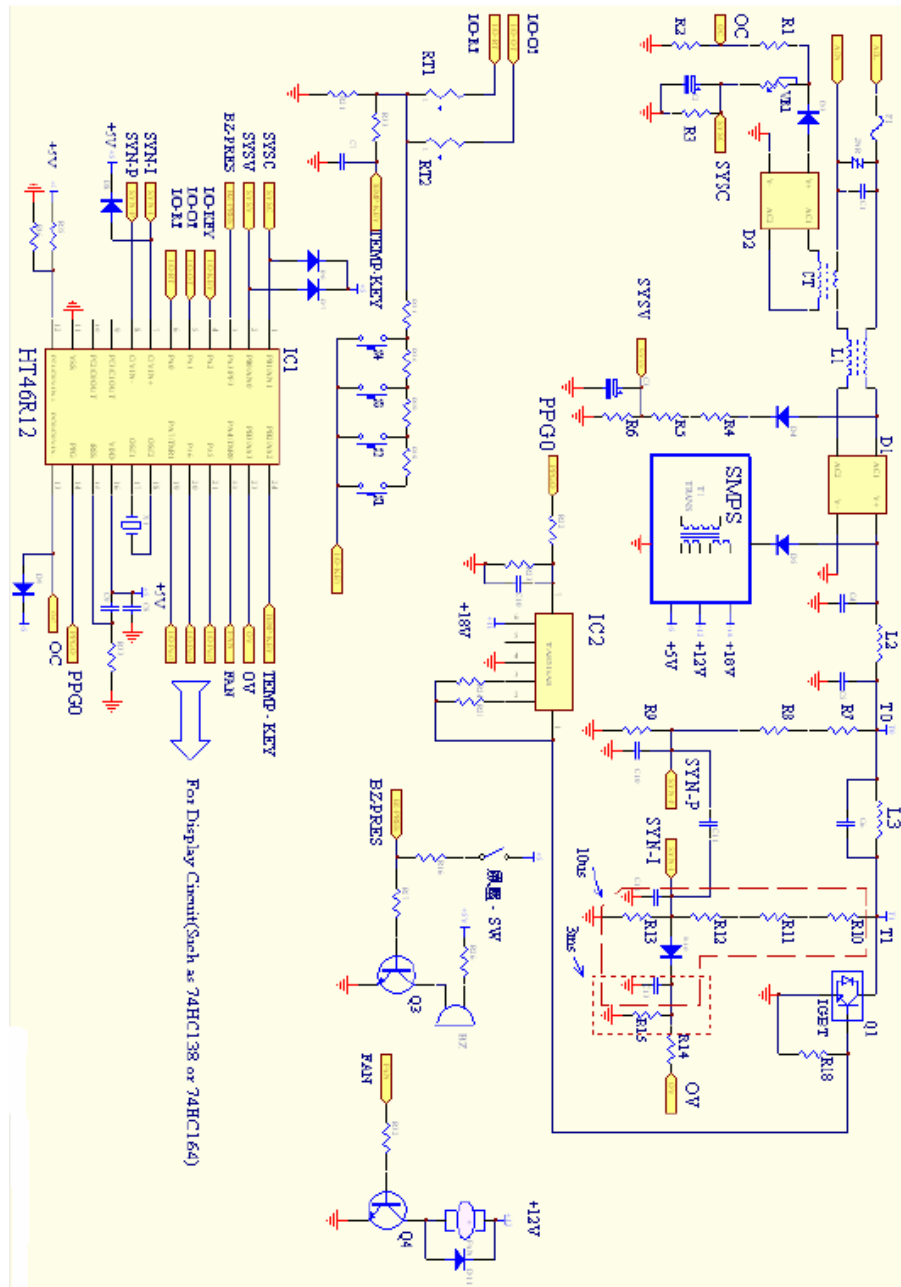
Fig.4



Example Circuit (1)



Example Circuit (2)



这个范例电路是在范例电路（1）的基础上将功能及脚位分配进行局部修正，具体说明如下：

- 按键及温度侦测以 I/O 扫描配合 A/D 读取，通过这种方式设计者可以轻易地扩充按键数目。
- 温度选择控制 I/O（I/O-OT, I/O-RT）、FAN 输出及与其它 I/O 口都可以用来实现显示功能。也可搭配 74HC138 or 74HC164 等 IC 作扩充显示信号口
- 同步回路修正如图右上方，同步处理需注意的是，当全波整流输出至低点时，PPG 的反压触发可能无法产生，设计者需检查是否有中断发生，或者反压比较分压至地的电阻须做适切的调整。
- 于原 BUEEZR 回路增加一侦测风压的开关，可侦测风扇运转(气流流动)状况。