

ПРОГРАМИРУЕМ КОНТРОЛЕР ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ЕЛЕКТРОДОМАКИНСКА ПЕЧКА

д-р инж. Милчо Христов Цонев, ИНТЕРТРЕЙД - АД
инж. Красимир Иванов Райков, ИНТЕРТРЕЙД - АД
гл. ас. инж. Володя Христов Цонев, Русенски университет
гл. ас. д-р инж. Йоана Емилова Русева, Русенски университет
гл. ас. инж. Нина Василева Бенчева, Русенски университет

Programmable controller for electrical household stove. The paper considers a programmable controller for electrical household stove, based on a single chip microcomputer ATC89C51. The block scheme of the device is shown. The hardware development features and the functioning of the controller are presented. The possibilities of control of the heating elements' power, temperature and operating time are described.

Въведение

Програмируемите контролери са най-масовият клас микропроцесорни системи, използвани за изграждане на управляващи устройства за индустриални приложения в реално време. Високопроизводителните микрокомпютри, получени чрез обединяване на осембитов едночипов микроконтролер с Flash памет на един чип, осигуряват гъвкави и с ниска цена решения на управляващи устройства. В настоящия доклад се предлага програмируем контролер за електродомакинска печка.

Недостатъци на произвежданите в страната електродомакински печки:

1. Електромеханичните комутиращи елементи имат ограничени функционални възможности и срок на експлоатация.
2. Нагревателните елементи се изпълняват като секциониран товар, което е технологично неудобство както при производството им, така и при вграждането им.
3. Липсват времезадаващи функции.

Тези недостатъци се отстраняват чрез микрокомпютърното управление. Такъв вид управление дава възможност за използване на електронни комутиращи елементи с голям срок на експлоатация, за многостепенно регулиране на мощността на нагревателите, както и за реализация на таймерни и допълнителни функции.

Конкретната разработка представя възможностите за управление на следните нагревателни елементи на електродомакинската печка и тяхното функциониране:

1. Голям котлон – по мощност и време;
2. Малък котлон – по мощност и време;
3. Горен нагревател на фурната – по мощност и време;
4. Долен нагревател на фурната – по мощност и време;

5. Фурна – управляват се едновременно горният и долният нагревател по температура и време при пълна мощност;
6. Грил – управляват се двигателят на грила в старт-стопен режим и нагревателят на грила по време при пълна мощност;
7. Задаване на една от девет конкретни програми за работа на печката.

Описание на апаратната реализация и функционалните възможности на предлаганото решение

Блоковата схема на предлагания програмируем контролер за управление на електродомакинска печка е показана на фиг. 1. Използван е едночиповият осембитов микрокомпютър със 128 байта вградена RAM и 4 К байта Flash памет (с 1000 цикъла запис/четене) AT89C51 на фирмата ATMEL [1]. Той е съвместим със системата инструкции и разположението на изводите на индустриалния стандарт MCS-51 [2]. За разлика от 8051 използването на порт P0 като порт с общо предназначение не изисква свързването на външни резистори.



Фиг. 1. Блокова схема на програмируемия контролер за електро- домакинска печка

За задаване на режимите на работа на нагревателите, фурната и грила се използва матрична клавиатура с пет многофункционални бутона, свързана към порт P3. При натискане на произволен бутон се формира сигнал с активно ниско ниво на вход P3.3. Всички етапи от процедурата на въвеждане на кода на

натиснатия бутон – сканиране на матрицата, подтискане на механичните вибрации, очакване на освобождаването на бутона, идентифициране на кода на натиснатия бутон и съответната функция на поредното натискане, приоритет при едновременно натискане на повече от един бутон – се изпълняват програмно.

Индикацията е деветразрядна (четири сдвоени и един единичен индикатор) седемсегментна с динамична организация на интерфейса с микрокомпютъра. Индикаторите са от типа А 56 – 11НWА – PАRА LIGHТ с общ анод. Преобразуването на двоично-десетичния код в седемсегментен и сканирането на индикаторите се осъществяват програмно. Сканирането се инициализира от приоритетно прекъсване от вътрешния таймер/брояч 0 на една милисекунда. Ниската товарна способност на портите не позволява директно управление на индикаторите. Като междинни токови усилватели са използвани транзисторни ключове. Индикаторите се управляват от периферни линии P0.0 ÷ P0.7 и P3.5, а изборът на сегментите, съответстващи на индицираната цифра – чрез периферни линии P2.0 ÷ P2.6 през буфери. За нормално светене на цифрите буферите SN7407 осигуряват протичане на ток 10,8 mA при напрежение 2 V върху всеки сегмент.

При задаване на мощността на нагревателите е избран принципът на пропорционалното управление (АС – PWM Control). Факторите, обосноваващи този избор са:

1. Нагревателите представляват инертни топлинни товари.
2. При комутирането на мощности могат да възникнат радиосмущения.
3. Минимални загуби [3].
4. Краткотрайни преходни процеси.

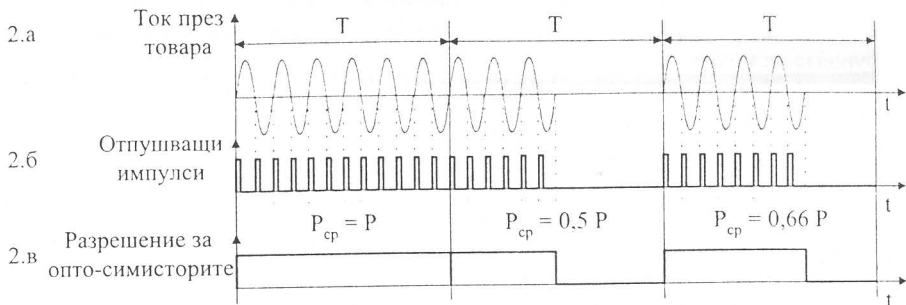
При пропорционално управление средната мощност P_{cp} зависи от отношението на продължителността на включване на товара в рамките на предварително зададен временен интервал, приет за единица. На фиг. 2 е илюстрирано избраното шестстепенно регулиране на мощността на всеки един от нагревателите.

$$P_{cp} = \frac{n \cdot P}{N}, \quad \text{където } n \text{ е броят цикли, през които товарът е включен;}$$

N е броят цикли в приетия за единица временен интервал;
 P е пълната (ефективна мощност) на товара.

В разработката е прието $N = 6$, а продължителността на цикъла е 1 s.

За управление на нагревателите се използват симистори ВТА12-600В с корпус ТО220 изолиран и пусков ток 50 mA. Включването на товарите, т. е. комутирането на съответните симистори, трябва да става в нулата на анодното напрежение. Затова подаването на отпушващите импулси е синхронизирано по прехода през нулата на мрежовото напрежение (фиг. 2.б).

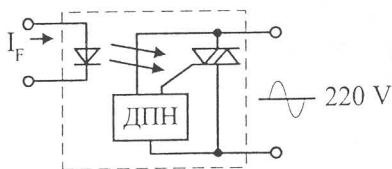


Фиг. 2. Регулиране на мощността на нагревателите

Детекторът на нулата е свързан към входа за прекъсване $\overline{INT0}$ на микрокомпютъра. Степените на регулиране на мощността на нагревателите (чрез периода T и броя цикли n) се задават програмно. Продължителността на отпушващите импулси е $200 \mu s$, получавани чрез умножение на системния такт. Чрез оптоелектронни двойки TIL 111 силовата част и микрокомпютърът са галванично разделени. Недостатъци на това решение са:

- допълнителен захранващ източник;
- необходимост от програмно осигуряване на параметрите на отпушващите импулси.

Тези недостатъци могат да се избегнат, като се използват т. нар. “опто-симистори” МОС3043 (МОС3063) [5], които включват светодиода, фотосимистор и детектор на преминаването през нулата на мрежовото напрежение (ДПН). МОС3043 се управляват по ниво в рамките на зададеното време (фиг. 2.в). Принципната схема на МОС3043 е показана на фиг. 3.



Фиг. 3. Принципна схема на МОС3043

При пропускане на ток I_F през светодиода се разрешава работата на фотосимистора, но той става проводящ при преминаването през нулата на мрежовото напрежение. Отпушващият импулс, с продължителност около $200 \mu s$, се изработва от ДПН.

Принципът на изграждане на терморегулатора се състои в сравняване на напрежението, получавано от блока за измерване на температурата, с напрежението на изхода на цифро-аналоговия преобразувател (ЦАП), съответстващо на зададената температура. В зависимост от резултата от

сравнението се взема решение за включване или изключване на симисторите. Температурата се задава в девет условни единици, всяка равна на 30 °С, започвайки от 50 °С. Апаратната част за управление на температурата на фурната включва:

1. Тригерен регистър 74НСТ374. В него се запомня кодът на зададената температура, управляващ ЦАП. Регистърът е необходим, тъй като изводите на P2.0 ÷ P2.6 се използват и за динамичната индикация. Информационните входове на тригерите са свързани към линии P2.0 ÷ P2.3, а тактовият сигнал за запис се получава от линия P2.7.

2. Цифро-аналогов преобразувател от типа R – 2R. Той създава скалата от еталонни напрежения.

3. Блок за измерване на температурата. Като първичен термопреобразувател се използва силициев средномощен транзистор, който се характеризира с линейна зависимост на коефициента на усилване от температурата при свързване в схема “общ емитер”.

4. Компаратор LM 311. Изходът му е свързан към програмираната като вход линия P3.0 на AT89C51.

Продължителността на включване на отделните нагреватели се задава в девет условни единици, всяка равна на 20 min. Тези временни интервали се реализират с програмни броячи, чието съдържание се обработва на всеки 10 ms, получавани апаратно чрез заявките за прекъсване на вход $\overline{INT0}$.

Задаването на режимите на работа е съпроводено с три допълнителни сигнала – два светлинни и един звук.

Контролерът е реализиран конструктивно на две печатни платки. Платката, съдържаща клавиатурата и индикацията, е монтирана на лицевия панел на печката.

Заклучение

Конфигурацията на предлагания програмируем контролер за електродомакинска печка е минимална. Контролерът дава възможност за многостепенно управление на мощността, температурата и времето за работа на нагревателните елементи, както и за вграждане на конкретни програми за работа.

Литература:

1. ATMEL Corporation, MICROCONTROLLER DATA BOOK, 1997.
2. Каракехайов З., С. Григоров, Едночипови микрокомпютри, Т., С., 1992.
3. MOTOROLA, Thyristor Device Data, 1995.
4. MOTOROLA, Optoelectronics Device Data, 1995.
5. SGS – Thompson Microelectronics, 1995.