



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

مهندسی برق گرایش الکترونیک

عنوان :

طراحی و ساخت کنترلر و نمایشگر دما و چندین نوع گاز
توسط میکرو کنترلر AVR (Atmega16) جهت نمایش بر

روی LCD و برنامه ی کامپیوتری

استاد راهنما : آقای دکتر سیروس طوفان

دانشجو: شادی خالصی

فروردین ۱۳۹۰

فهرست مطالب

مقدمه

فصل اول : آشنایی با قطعات و ادوات الکترونیکی مورد استفاده و بخش سخت افزاری

در این پروژه

۲	۱-۱) میکروکنترلرهای خانواده ی ۸۰۵۱
۴	۱-۲) میکروکنترلرهای خانواده ی PIC
۵	۱-۳) میکروکنترلرهای خانواده ی AVR
۷	۱-۴) سنسور دمای SMT160
۹	۱-۵) سنسورهای گاز MQ2 و MQ7
۱۲	۱-۶) ارتباط سریال بین کامپیوتر و میکروکنترلر از طریق تراشه ی Max232
۱۲	۱-۷) آی سی Max232 و کاربرد های آن
۱۹	۱-۸) FT232BM مبدل USB به سریال با قابلیت اتصال به میکروکنترلر
۲۱	۱-۹) رابط سریال USART

۲۳	۱-۱۰) بررسی واحد USART در AVR
۲۷	۱-۱۱) بررسی واحد ADC در میکروکنترلر AVR
۳۶	۱-۱۲) سیستم توزیع پالس ساعت در AVR
۳۸	۱-۱۳) منابع تولید پالس ساعت در AVR و تنظیم فیوزبیت های میکروکنترلر برای انتخاب نوع منبع تولید پالس ساعت برای میکروکنترلر در این پروژه
۳۹	۱-۱۴) پروگرامر STK200/300

۴۰	۱-۱۵) LCD کاراکتری
----	--------------------

فصل دوم: طراحی و نحوه ی عملکرد و ساختار کلی مدار

۴۴	۲-۱) ارتباط سنسورها و میکروکنترلر
۴۸	۲-۲) ارتباط آی سی MAX232 با میکروکنترلر و کامپیوتر
۴۸	۲-۳) ارتباط LCD کاراکتری و میکروکنترلر

فصل سوم: بررسی اجمالی برنامه نویسی اسمبلی و نرم افزار Avr Studio

۵۰	۳-۱) اسمبلی
۵۱	۳-۲) نرم افزار Avr Studio
۵۲	۳-۳) ساختار زبان اسمبلی

فصل چهارم:

۵۴	۴-۱) برنامه ی نوشته شده به زبان اسمبلی توسط نرم افزار Avr Studio برای میکروکنترلر Atmega16
۷۹	۴-۲) برنامه ی نوشته شده توسط نرم افزار Delphi جهت نمایش اطلاعات بر روی کامپیوتر فصل

فصل پنجم :

۸۲	۵-۱) نقشه ی شماتیک مدار
۸۳	۵-۲) نقشه ی PCB

فصل ششم:

۸۴	نتیجه گیری
----	------------

۸۵	مراجع و منابع
----	---------------

پیوست ها:

۸۶	پیوست ۱) دیتاشیت سنسور گازی MQ-7
۹۰	پیوست ۲) دیتاشیت سنسور گازی MQ-2
۹۳	پیوست ۳) دیتاشیت سنسور دمای Smt160
۱۰۳	پیوست ۴) دیتاشیت آی سی Max232

مقدمه :

این پروژه با عنوان طراحی و ساخت کنترلر و نمایشگر دما و گاز مونوکسید کربن و کلیه گازهای مشتعل توسط میکروکنترلر AVR نمایش آن بر روی LCD کاراکتری و برنامه ی کامپیوتری شامل

طراحی و ساخت یک کنترل کننده ی دما توسط سنسور SMT160 با خروجی PWM و گاز

مونواکسید کربن و گازهای مشتعل (از جمله گازهای بوتان و هیدورژن و متان و گاز شهری و دی

اکسید کربن و...) توسط سنسورهای MQ2, MQ7 با خروجی آنالوگ می باشد خروجی این سنسورها

که ورودی واحد ADC یک میکروکنترلر AVR (ATMEGA16) می باشند توسط این واحد

دریافت و تبدیل شده علاوه بر نمایش یا مانیتورینگ بر روی LCD کاراکتری موجود بر روی برد

PCB از طریق یک تراشه ی MAX232 و ارتباط سریال (USART) با کامپیوتر بر روی یک برنامه

ی از پیش نوشته شده توسط Delphi بر روی کامپیوتر نیز قابلیت نمایش دارد علاوه بر این بخش

مدار شامل LED هایی به چهار رنگ می باشد که در صورت تجاوز هریک از کمیت های فوق از

مقدار نرمال روشن شده و هشدار ی فوری مبنی بر خطر را برای کاربر اعلام می دارد.

فصل اول :

در این فصل به معرفی ادوات الکترونیکی بکار برده شده که در واقع بخش سخت افزاری این پروژه را تشکیل می دهند خواهیم پرداخت که از آن جمله می توان به مقایسه ی میکروکنترلرها، معرفی سنسورها، آی سی ،Max232, Lcd کاراکتری و ... اشاره نمود. ابتدا به معرفی انواع میکروکنترلرهایی که در ابتدای انجام پروژه مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است می پردازیم و دلیل انتخاب میکروکنترلر AVR برای انجام این پروژه را خواهیم دید.

همانطور که در بالا ذکر شد در مرحله ی تحقیقات اولیه پروژه ۳ خانواده از انواع میکروکنترلرهای

موجود در ایران مورد بررسی قرار گرفت تا بهترین گزینه برای انجام این پروژه انتخاب شود البته

علاوه بر این سه انواع دیگر میکروکنترلرها نظیر میکروکنترلرهای ARM که به تازگی مورد استفاده

ی گسترده قرار گرفته است نیز موجود و مورد توجه قرار گرفتند و دلیل انتخاب و مطالعه ی این

سه خانواده کاملاً به موضوع پروژه ارتباط داشته که در ادامه عنوان خواهد شد. هدف از معرفی و

مقایسه ی بسیار کوتاه هر بخش زیر صرفاً جمع بندی مطالبی است که در طول بررسی این

میکروکنترلرها مطالعه و بررسی نموده ام و واضح است که قطعاً برای نحوه ی بکارگیری و استفاده

از هر یک از این خانواده ها تعداد بسیار زیادی منابع بصورت کتب و مقالات و Datasheet و

Applocation note موجود هست که به سادگی در دسترس همگی می باشد. بنابراین در هر یک از

سه بخش زیر به معرفی و جمع بندی بسیار کوتاه از هر یک از این میکروکنترلرها پرداخته ام.

۱-۱) میکروکنترلرهای خانواده ی ۸۰۵۱:

این خانواده از میکروکنترلرها جزو اولین نوع میکروکنترلرها ی معرفی شده به این

عرصه است و جزو پیشکسوتان میکروکنترلرهای امروزی محسوب می شود. معروف ترین

کامپایلرها برای این نوع میکروکنترلرها Keil و Franklin می باشند. میکروکنترلرهای این خانواده به نوسان ساز نیاز مند هستند و درمقابل میکروکنترلرهای AVR و PIC از امکانات کمتری برخوردار می باشند. این میکروکنترلر ابتدا توسط شرکت بزرگ Intel

طراحی ساخته و عرضه شد اما بعد از مدتی Intel امکان تولید این نوع میکروکنترلرها

را به شرکت های دیگری نظیر DALLAS , SIEMENS , PHILIPS , ATMEL نیز داده است. یکی از شرکت هایی که به صورت گسترده به تولید این تراشه پرداخت ATMEL بود که مدل های مختلف میکروکنترلر ساخت این شرکت در سراسر جهان و در ایران به خوبی یافت می شوند. اگر بخواهیم به صورت کلی سیر پیشرفت این نوع

میکروکنترلر را در قیاس با پیشرفت های شگرف و سریع در سایر زمینه های طراحی و

ساخت قطعات الکترونیک در نظر بگیریم خواهیم دید که روند رو به رشدی برای ارائه ی

انواع جدیدتر و متفاوت تر این نوع میکروکنترلرهای وجود ندارد چراکه به عنوان مثال با مقایسه ی اولین IC ارائه شده از این دست و آخرین های آن تفاوت چندانی وجود ندارد.

به طور مثال AT89S5X که میکروکنترلر ۸۰۵۱ جدید ساخت ATMEL است نسبت به

مدل های اولیه ۸۰۵۱ پیشرفت آنچنانی ندارد. امکانات این میکروکنترلرها نسبت به

میکروکنترلرهای AVR و PIC قابل مقایسه نیست. به عنوان مثال مدل جدید ذکر شده

در بالا تقریباً حافظه ای برابر یک صدم (0/01) میکروکنترلرهای AVR را دارد و

سرعت آن ۴ برابر کمتر از میکروکنترلرهای PIC و ۱۲ بار کمتر از میکروکنترلر های

AVR است. و نیز از لحاظ امکانات دیگر هم چنین وضعی احساس میشود. اما برای

کارهایی که از پیچیدگی محاسباتی و... زیادی برخوردار نباشد به دلیل هزینه ی کمتر این

میکروکنترلرها در مقایسه با سایر میکروکنترلرها گزینه ی بهتری خواهد بود و شاید این

تنها مزیت این خانواده بر سایر میکروکنترلرها می باشد. این میکرو کنترلر از زبان اسمبلی

و C پشتیبانی میکند و زبان برنامه نویسی اصلی آن اسمبلی است که برنامه نویسی با این

زبان نسبت به زبان های برنامه نویسی دیگر هم مشکل تر و هم طولانی تر است. در کل این میکروکنترلرها امروزه دیگر توانای رقابت با میکروکنترلرهای AVR و PIC را ندارند و امروزه رقابت اصلی بین این دو میکروکنترلر است.

۱-۲) میکروکنترلرهای خانواده ی PIC: در برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق

این خانواده از نظر امکانات بسیار شبیه میکروکنترلرهای AVR میباشند و درایران بیشتر برای

مقاصد صنعتی مورد استفاده قرار گرفته و می گیرد. میکروکنترلرهای این خانواده میکروکنترلرهای بسیار قدرتمندی می باشند و بر اساس بعضی آمارها بیشترین کاربرد را به خصوص در صنعت به خود اختصاص داده است. این میکروکنترلرها ساخت شرکت میکرو چیپ می باشند و این کارخانه میکروکنترلرهای PIC را در مدل های بسیار زیادی با امکانات مختلف برای مقاصد گوناگون

طراحی ارائه میکند. علاوه بر اینها تولیدات میکروکنترلرهای PIC بسیار متنوع است و صدها نوع IC با تعداد پایه ها و قابلیت های متفاوت وجود دارد و کاربر باید از این محصولات آگاهی داشته باشد و بر حسب پروژه، از IC مناسب استفاده نماید به عنوان مثال مدل های مختلف PIC16XXX و PIC12XXXX از این خانواده موجود می باشند و اگر به جای المان X

دوم از چپ به راست حروف F, E, X, C قرار گیرد در این صورت هر کدام مفهوم خاصی خواهد داشت که چون این خانواده مدنظر ما در این پروژه نیستند به آن نمی پردازیم و X های بعدی هم

اعدادی هستند که نشان دهنده مدل های مختلف انواع میکروکنترلرهای موجود این دست می باشند. با ارائه ی این نسل جدید میکروکنترلرها توسط شرکت میکروچیپ، برنامه نویسی میکرو وارد مرحله جدیدی شد و روشهای سنتی برچیده شده. این ترتیب دیگر نیازی نیست برای اسال

اطلاعات به LCD زیربرنامه ای فراخوانی شود بلکه فقط با استفاده از یک دستور LCD OUT منتقل میشود. همچنین برای خواندن ورودی آنالوگ دیگر لازم نیست زیربرنامههای نوشته شود و در

آن بارها ریجیسترهای مختلف را چک کنیم و بسیاری از وقت و انرژی خود را صرف کنیم بلکه فقط با استفاده از دستور ADCIN مستقیماً ورودی آنالوگ را در یک متغیر می ریزیم - و دهها مثال

دیگر در این زمینه میتوان ارائه داد. همه این قابلیت ها به مدد استفاده از زبان سطح بالا ایجاد میشود. بدین صورت که بسیاری از زیربرنامه های متداول از قبیل : نوشتن در LCD و خواندن ورودی آنالوگ و تولید موج DTMF و شمردن فرکانس روی هر پین و نوشتن و خواندن حافظه

I2C و ارتباطات سریال و تاخیر به مدت طولانی و..... توسط شرکت میکروچیپ به صورت یک تابع یا دستور مشابه با دستورات Basic یا C ارائه شده است که باعث میشود هم تعداد خطوط برنامه کمتر شود وهم برنامه نویس از سردرگمی رهایی یابد.

۱-۳) میکروکنترلرهای خانواده ی AVR:

یکی از قدرتمند ترین و محبوب ترین میکروکنترلرهای موجود در حال حاضر میکروکنترلرهای AVR می باشند.معنی کلمه ی AVR دقیقاً برای کسی مشخص نیست به جز دو مهندس شرکت

ATMEL به نام های Alf Egil Bogen و Vegard Wollan که برای اولین بار این میکروکنترلر را طراحی کرده اند.خانواده ی میکروکنترلرهای AVR دارای محدوده ی نسبتاً وسیعی هستند که در حال توسعه نیز می باشند.این خانواده از میکرو کنتررها تمامی امکانات ۸۰۵۱ را دارا می باشد و امکاناتی نظیر ADC (مبدل آنالوگ به دیجیتال) ، نوسان ساز داخلی و قدرت و سرعت بیشتر

EEPROM (حافظه) و ... از جمله مزایا و وجه تمایز این خانواده با سایر میکروکنترلرها می باشد.این میکروکنترلر هشت بیتی شرکت ATMEL بر مبنای معماری RISC بهبود یافته طراحی شده است و دارای سه خانواده ی کلی زیر است:

۱. خانواده ی AT90S (سری کلاسیک)

۲. خانواده ی ATTiny AVR

۳. خانواده ی ATmega AVR

بزرگ ترین امتیاز این میکروکنترلرها سرعت بسیار بالای آنها است به طوری که می توانند دستوراتی را که به آنها اعمال می شود را در کمتر از یک سیکل کلاک انجام داده و این در حالی

است که این سیکل کلاک برای میکروکنترلر ۸۰۵۱ تقسیم بر ۱۲ می شود و برای میکروکنترلر PIC باید تقسیم بر ۴ شود. میکروکنترلر AVR از زبان های برنامه نویسی سطح بالا یا HLL نظیر C و Basic و Pascal پشتیبانی میکند که باعث تولید کدهای بیشتری میشود و این موجب

خواهد شد که برنامه ی نوشته شده توسط این زبان ها در مقایسه با برنامه های اسمبلی نوشته شده بسیار کوتاه تر و قابل فهم تر توسط کاربر باشد. امکانات جانبی این میکروکنترلرها بسیار مناسب است و در نتیجه نیازی به استفاده از بعضی لوازم جانبی مانند چیپ های آنالوگ به دیجیتال (ADC) ، مقایسه گر آنالوگ و... در صورت نیاز نمی باشد. همچنین میکروکنترلرهای AVR از بسیاری از استانداردهای ارتباطی مانند SPI, UART, I2C, JTAG پشتیبانی میکنند و به سهولت

میتوان این میکروکنترلر را به میکروکنترلرهای دیگر و یا سایر ادوات متصل نمود. این میکروکنترلرها مدارات جانبی میکروکنترلرها را با توجه به مدارات داخلی خود کاهش داده اند که از آن جمله می

توان به وجود یک اسیلاتور RC ، ۸ مگا هرتزی در داخل خود که باعث حذف اسیلاتور خارجی گشته است را نام برد؛ از دیگر قابلیت های جالب این میکروکنترلر مصرف بسیار پایین آن می باشد این میکروکنترلر که با 1/5 ولت کار می کند در حالت Power Down تنها ۱۰۰ نانو آمپر مصرف

می کند که باعث افزایش عمر باتری خواهد شد. مدل ۱۰۰ پین این میکروکنترلرها دارای ۴ کانال UART و ۱۶ عدد A/D می باشد.

در پایان این بررسی و مقایسه اجمالی این سه خانواده دلیل انتخاب میکروکنترلرهای AVR را در سرعت بالا، آشنایی با زبان برنامه نویسی این خانواده هزینه ی مناسب، وجود امکانات جانبی مورد نیاز در این پروژه از جمله واحد ADC عنوان می کنم. البته همانطور که قبلا عنوان شد

میکروکنترلرهای ARM هم مورد بررسی قرار گرفتند اما از آنجایی که این میکروکنترلرها امروزه بیشتر به عنوان پردازنده مورد استفاده قرار می گیرند و در این پروژه میکروکنترلر AVR به خوبی

نیاز های آن را برآورده می کند این میکروکنترلر را مورد استفاده قرار داده ام. در ادامه ی این بخش

فصل ششم: نتیجه گیری

در این پروژه نمایش نتایج اندازه گیری سنسورها، تبدیل توسط واحد ADC میکروکنترلر، نیز

استفاده از وقفه ی سرریز تایمر/کانتر به جهت نمونه برداری از خروجی های سنسورها و انتقال

اطلاعات از طریق واحد سریال میکروکنترلر به کامپیوتر همگی به خوبی صورت گرفته و از نظر

سخت افزاری نیز قابل پیاده سازی بودند. کلیه سنسورهای بکار گرفته شده مقادیر کمیت های دما

و انواع گازهای موردنظر را با دقت تقریباً خوبی اندازه گیری کردند و تنها ذکر دو نکته در رابطه با

کارکرد سنسورها در این بخش الزامی است. نکته ی اول اینکه از آنجاییکه در دیتاشیت سنسورهای

گازی برای کاربردهایی نظیر صنعت زمان هایی برای خاموش بودن سنسورها لحاظ شده است و

برای جلوگیری از سوختن سنسورها تاکید شده است که سنسورها به ازای بازه ی زمانی معینی

برای روشن بودن باید در بازه ی زمانی متناسب با آن خاموش باشند و همواره به ولتاژ تغذیه متصل

نباشند بنابراین بهتر بود به روشی مثل استفاده از یک ترانزیستور MOSFET اینکار صورت بگیرد

اما چون در این پروژه هدف صرفاً راه اندازی و مشاهده ی نتایج اندازه گیری این سنسورها در مدت

زمان کم بود اینکار صورت نگرفت اما با این حال نتایج نمایش داده شده از دقت خوبی برخوردار

بودند. نکته ی دوم در رابطه با سنسور دما می باشد. همانطور که قبلاً توضیح داده شد این سنسور

دارای خروجی PWM می باشد و اصولاً کارکرد این سنسور در صنعت و موارد دیگر بصورتی که در

این پروژه استفاده شد نمی باشد چراکه به خاطر خروجی خاص این سنسور معمولاً از آن جهت

تنظیم دور موتور مثلاً یک فن با اعمال پالس خروجی سنسور به بیس یک ترانزیستور استفاده می

شود. اما در حال با استفاده از روش بکاررفته در این پروژه یعنی استفاده از یک فیلتر مرتبه دو

توانستیم این پالس خروجی را به یک ورودی کاملاً آنالوگ برای واحد ADC میکروکنترلر تبدیل

کنیم و با استفاده از این روش نیز نتایج اندازه گیری از دقت خوبی برخوردار هستند.

مراجع و منابع:

[۱] محمد مهدی پرتوی فر، یوسف بیان لو و فرزاد مظاہریان، مرجع کامل میکروکنترلرهای AVR

و چاپ ششم، تهران، انتشارات نص، پاییز ۱۳۸۸

[۲] Technical Datasheet of MQ2 gas sensor, HANWEI ELECTRONICS

CO., LTD

[۳] Technical Datasheet of MQ7 gas sensor, HANWEI ELECTRONICS

CO., LTD

[۴] SMT160 Digital Temperature Sensor Datasheet, SMARTEC CO.

[۵] Max232 Dual EIA-232 Drivers/Receivers Datasheet, TEXS

INSTRUMENTS CO.

[۶] 8Bit AVR Microcontroller Atmega16 Datasheet, ATMEL CO.

[۷] TRULY LCD Module MTC-C162DPRN-2N Datasheet