دانشکده مهندسی برق و رباتیک

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های الکترونیک

طراحی و ساخت سامانه پایش و واپایش (control) از طریق شبکه جی اس ام GSM (قطعه SIM900) و ریزواپایشگر AVR (micro controller)

نگارنده: علیرضا منصوری زینی

استاد راهنما

دکتر ساسان ناصح

شهریور ۱۳۹۵

دانشکده : مهندسی برق

گروه : الکترونیک

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای علیرضا منصوری زینی

تحت عنوان:

طراحی و ساخت سامانه پایش و واپایش (control) از طریق شبکه جی اس امGSM(قطعه SIM900) و ریزواپایشگر AVR (micro controller)

در تاریخ ..... توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه ..... مورد پذیرش قرار گرفت.

اساتید راهنما	امضاء	اساتید مشاور	امضاء
نام و نام خانوادگی : ساسان ناصح		نام و نام خانوادگی :	
نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :	

اساتید داور	امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء
نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :	
نام و نام خانوادگی :			
نام و نام خانوادگی :			
نام و نام خانوادگی :			

این اثر بسیار ناچیز

تقدیم به

شهدای مدافع حرم که با خون خود در غربت از منافع و خاک ما دفاع میکنند.

با تشکر از همه همکلاسی های عزیزم که در طول تحصیل همیشه باعث یاری من بوده اند.

و با سپاس از زحمات بی دریغ جناب دکتر ناصح و اساتیدی که بی دریغ علم شان را به من ارائه نموده اند.

تعهد نامه

اینجانب علیرضا منصوری زینی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق- الکترونیک دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه طراحی و ساخت سامانه پایش و واپایش (control) از طریق شبکه جی اس ام GSM (قطعه SIM900) و ریزواپایشگر micro controller (AVR) تحت راهنمائی ساسان ناصح متعهد می شوم .

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است .
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است .
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است .
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه صنعتی شاهرود » و یا « Shahrood University of Technology » به چاپ خواهد رسید .
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .

تاریخ

امضای دانشجو

الکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج ، کتاب ، برنامه های رایانه ای ، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد . این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود .
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

با توجه به نیاز روز افزون جوامع صنعتی به بحث اتوماسیون و صرفه جویی در وقت و هزینه ،همچنین بالا بردن دقت و کارایی قطعات و ماشین های صنعتی ،توجه به نحوه کنترل و دسترسی هر چه بهتر و راحت تر به سیستم های کنترلی به یکی از مهمترین مباحث مهندسی تبدیل شده است.در سال های اخیر تکنولوژی ارتباط موبایلی به طور فزاینده ای گسترش یافته و این موضوع بستر را برای پیدایش شبکه های بی سیم پرسرعت جهت انتقال داده فراهم ساخته ،کنترل عملیات مختلف ماشینی از راه دور با کمترین خطا و بدون حضور انسان از اهمیت ویژه ای برخوردار می‌باشد.یکی از روش های کنترل از راه دور سامانه های الکترونیکی استفاده از مودم های جی اس ام و کنترل از طریق پیامک می‌باشد.در میان تکنولوژی های بی سیم غالب، جی اس ام محبوب ترین تکنولوژی بی سیم می‌باشد. این امکان مشترکین را قادر می سازد از تلفن‌های همراه خود در بیشتر نقاط دنیا استفاده کنند،با توجه به میزان فراگیری این تکنولوژی در سرتاسر جهان طراحی و ساخت دستگاه های واپایش (کنترل) از راه دور با استفاده ازسامانه‌های مخابراتی شبکه GSM و پایش از راه دور با استفاده از مدارهای بسامد بالا در تمامی زمینه ها اهمیت فراوانی دارند. در این پایان نامه به طراحی و ساخت یک سامانه پایش و واپایش از طریق شبکه جی اس ام و ارسال و دریافت اطلاعات از طریق پیام کوتاه به منظور نظارت، اعمال فرمان و واپایش تجهیزات از فاصله های دور پرداخته شده است. بخش اصلی این دستگاه میکروکنترلر مدل Atmega32 به همراه یک قطعه مخابراتی به نام جی اس ام معروف به سیم۹۰۰ (Sim900) با بسامد کاری ۸۵۰ تا ۹۰۰ مگاهرتز که پردازشگر اصلی این دستگاه محسوب میشود، یک حسگر دما (Lm35)، دو رله الکترومغناطیسی، یک صفحه نمایشگر LCD به همراه برد پیاده سازی PCB مدار و تمامی قطعات و بخش تغذیه این دستگاه را تشکیل می دهد.

کلمات کلیدی: واپایش، جی اس ام، ریزواپایشگر، میکروکنترلر، بسامد، پیام کوتاه.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

چکیده ..... ز
فـصل اول ۱
فصل اول: کلیات تحقیق ۲
۱-۱- مقدمه ۲
۱-۲- بیان مساله ۳
۱-۳- اهمیت و اهداف پروژه ۴
۱-۴- مراحل اجرای طرح ۵
فـصل دوم ۹
فـصل دوم: مبانی نظری میکرو کنترلر AVR وماژول SIM 900 ..... ۱۰
۲-۱- مقدمه ۱۰
۲-۲- جزئیات فنی سیستم جی اس ام ۱۰
۲-۲-۱- امنیت جی اس ام خدمات ۱۱
۲-۲-۲- ساختار شبکه جی اس ام ۱۲
۲-۳- معرفی قطعه استفاده شده SIM 900 ..... ۱۳
۲-۳-۱- قابلیت ها و کاربردهای قطعهSIM 900 ..... ۱۵
۲-۳-۲- ویژگی های ماژول SIM900 ..... ۱۶
۲-۳-۳- شماتیک ماژول Sim900 ..... ۱۶
۲-۳-۴- توضیح هر کدام از پایه های SIM900 ..... ۱۷
۲-۴- آشنایی با میکروکنترلرهای AVR ۲۴
۲-۴-۱ تاریخچه میکروکنترلرها ۲۴
۲-۵-۲-میکروکنترلر ۸۰۵۱ [۵] ۲۶
۲-۵-۳- میکروکنترلرPIC ۲۷
۲-۵-۴ میکروکنترلرAVR ۲۷
۲-۵- مزایای میکرو کنترلر نسبت به مدار های منطقی[۴] ۲۸
۲-۶- معرفی میکرو کنترلر استفاده شده AT MEGA 32 ..... ۲۹
فـصل سوم ۳۱

فـصل سوم: معماری کنترلر AVR و برنامه نویسی برای میکرو کنترلر AVR و ماژول SIM 900 ۳۲
۳-۱-مقدمه ۳۲
۳-۱-۱-معماری و ساختار میکروکنترلرهای AVR [۵] ۳۲
۳-۱-۲- هسته مرکزی CPU واحد پردازش مرکزی ۳۳
۳-۱-۳- واحد محاسبه و منطق ۳۴
۳-۱-۴- رجیسترهایCPU ۳۵
۳-۱-۵- نحوه عملکرد واحد ۳۵
۳-۱-۶- خط لوله ۳۶
۳-۲- معماری حافظه در AVR ۳۷
۳-۳-معرفی دیگر واحدهای میکروکنترلرهای AVR ۳۸
۳-۳-۱-واحد ورودی/خروجی ۳۸
۳-۳-۲-واحد کنترل کلاک ورودی ۳۸
۳-۳-۳-واحد تایمرها و شمارنده ها ۳۹
۳-۳-۴-واحد تایمر سگ نگهبان ۴۰
۳-۳-۵-واحد کنترل وقفه ۴۰
۳-۳-۶-واحد ارتباطی ۴۰
۳-۳-۷- واحد مبدل آنالوگ به دیجیتال ۴۱
۳-۳-۸-واحد مقایسه کننده آنالوگ ۴۱
۳-۳-۹-واحد ارتباطات سریال ۴۱
۳-۴- انواع زبان های برنامه نویسی و کامپایلرهای AVR ۴۲
۳-۴-۱- برنامه ریزی (پروگرام) کردن میکروکنترلرهایAVR ۴۳
۳-۴-۲-معرفی کامپایلر های میکروی AVR و زبان های برنامه نویسی ۴۴
۳-۵- برخی از پیکربندی ها ۴۵
۳-۵-۱- پیکربندی LCD ۴۵
۳-۵-۲- پیکربندی تایمر یک در مد PWM ۴۵
۳-۵-۳- پیکربندیADC ۴۶
۳-۵-۴ - پیکربندی UART ۴۷
۳-۶ - تنظیم فیوز بیت CKSEL ۴۸
۳-۷- مختصری توضیحی راجع به دستورات AT COMMAND ۴۸
۳-۷-۱ - چند نکته پیرامون استفاده از AT Command ها ۴۹
۳-۷-۲- دستورات مهم برنامه نویسی AT Command ۵۰
۳-۸- برنامه نوشته شده یرای قسمت SMS به همراه توضیحات ۵۱

۳-۹- استاندارد ارتباط سریال RS232 ..... ۵۶
۳-۱۰-چگونه درست کردن تغذیه مورد نیاز هر ماژول ۵۸
۳-۱۰-۱- برای رله ها ۵۸
۳-۱۰-۲ -برای میکرو ها و بلوتوث ۵۸
۳-۱۱- سنسور دما ۵۹
۳-۱۱-۱- سنسور دما lm35 ..... ۶۰
۳-۱۲- رله الکترونیکی ۵ پایه ۶۳
۳-۱۲-۱- عملکرد ۶۴
۳-۱۲-۲- پایه های رله ۶۴
فـصل چهارم ۶۷
فـصل چهارم: مراحل پیاده سازی و ساخت برد PCB ۶۸
۴-۱- وسایل مورد نیاز در پروژه ۶۸
۴-۱-۱-نقشه کامل مداری پروژه ۶۹
۴-۲- شروع کار با قطعه ۶۹
۴-۳- برقراری ارتباط با قطعه ۷۱
۴-۴- دستورات لازم جهت کار با قطعهSIM900 ..... ۷۴
۴-۴-۱- دستوراتAT Command ۷۴
۴-۴-۲- دستورات مهم و مرتبط با پیام کوتاه ۷۶
۴-۵- PCB های پروژه ۷۸
۴-۵-۱- PCB راه اندازی اولیه ی قطعه ۷۸
۴-۵-۲- PCB جهت برقراری اتصال تمامی تجهیزات مورد نیاز پروژه ۷۹
۴-۶- بخش نرم افزار ۸۴
۴-۶-۱- آشنایی با Codevision AVR ۸۴
۴-۷- برنامه ارتباط میکرو با قطعه و ارسال و دریافت پیامک ۸۴
فـصل پنجم ۱۰۳
فـصل پنجم: نتیجه گیری، امکانات و پیشنهادات ۱۰۴
۵-۱- نتیجه گیری ۱۰۴
۵-۲- امکانات و کاربردها ۱۰۵
۵-۳- پیشنهادات ۱۰۷
فهرست منابع ۱۱۰

فهرست جداول

عنوان صفحه

جدول ۲-۱: حالت های چشمک زدن LED متصل به پایه ی NETLIGHT ۱۹
جدول ۲-۲: پایه های قطعه SIM 900 ..... ۲۱
جدول ۲-۳: جدول حاوی اطلاعات خانواده ریزواپایشگرها ۲۵
جدول ۳-۱: دستورالعمل میکروکنترلرها AVR ۳۴
جدول ۳-۲: پایپ لاین های AVR ۳۷
جدول ۳-۳: تنظیمات فیوز بیت ها CKSEL ۴۸
جدول ۳- ۴: می توانید نحوه ی نگارش چهار حالت دستورات پیشرفته ۵۰
جدول ۴-۱: وضعیت شبکه جی اس ام ۷۴
جدول ۴-۲: دستورات مربوط به قطعه سیم ۹۰۰ ..... ۷۶
جدول ۴-۳: دستور مربوط به پیام کوتاه در سیم ۹۰۰ ..... ۷۷

فهرست شکل ها

عنوان صفحه

شکل ۱-۱: نمایی از قطعه سیم ۹۰۰ ..... ۶
شکل ۱-۲: مدار سخت افزار آنتن به سیم ۹۰۰ ..... ۶
شکل ۱-۳: مدار تغذیه دستگاه ۷
شکل ۱-۴: بلوک دیاگرام دستگاه ۷
شکل ۱-۳: مدار تغذیه دستگاه ۸
شکل ۱-۴: بلوک دیاگرام دستگاه ۸
شکل ۲-۱: ساختار کلی جی اس ام ۱۳
شکل ۲-۲: نمایی از عملکرد داخلی قطعه ۱۵
شکل ۲- ۳: ساده ترین شماتیک برای ارسال و دریافت پیامک ۱۷
شکل ۲- ۴: شماتیک اتصال پایه های SIM PRES ، SIM RST ، SIM DATA ، SIM VDD و SIM CLK را در ماژول SIM900 به قاب سیم کارت ۸ پین مشاهده می کنید ۲۰
شکل ۲-۵: نمایی از میکرو MEGA 32A ۳۰
شکل ۳-۱: معماری و ساختار ریزواپایشگر AVR ۳۳
شکل ۳-۲: انواع حافظه های AVR ۳۷
شکل ۳-۳: معماری AVR ۴۲
شکل ۳- ۴: عکس طریقه ارسال اطلاعات از پورت سریال ۵۷
شکل ۳- ۵: طرز کار UART ۵۸
شکل ۳- ۶: شماتیک رگولاتور ۷۸۰۵ ..... ۵۹
شکل ۳- ۷: شماتیک رگولاتور ۱۱۱۷ ..... ۵۹
شکل ۳-۸: نمایی از سنسور دما مدل LM35 ..... ۶۰
شکل ۳-۹: دیتاشیت سنسور حرارت LM35 ..... ۶۲
شکل ۳-۱۰: نمایش پایه های رله پنج پین ۶۳
شکل ۳-۱۱: طریق اتصال میکرو به رله ۶۵
شکل ۴-۱: المان های کاربردی در پایان نامه ۶۸
شکل ۴-۲: مدار کلی دستگاه ساخته شده ۶۹

شکل ۴-۳: طریقه اتصال سیم کارت به قطعه ۷۰
شکل ۴-۴: کانکتورهای (SMA) و (UFL) ۷۰
شکل ۴-۵: نگه دارنده سیم کارت ۷۱
شکل ۴-۶: برقراری ارتباط قطعه با ریزواپایشگر AVR ۷۱
شکل ۴-۷: مدار قطعه مورد استفاده دستگاه ۷۲
شکل ۴-۸: مدار پیشنهادی جهت اتصال آنتن جی اس ام به قطعه ۷۲
شکل ۴-۹: مدار پیشنهادی جهت تغذیه قطعه ۷۳
شکل ۴-۱۰: مدارهای پیشنهادی جهت روشن کردن قطعه ۷۳
شکل ۴-۱۱: وضعیت قطعه در هنگام روشن شدن ۷۳
شکل ۴-۱۲: مدارهای پیشنهادی جهت روشن کردن قطعه ۷۴
شکل ۴-۱۳: تصویر روی برد ۷۹
شکل ۴-۱۴: شکل PCB برد اول ۸۰
شکل ۴-۱۵: شکل PCB پشت برد دوم ۸۰
شکل ۴-۱۶: شکل PCB پشت برد دوم ۸۱
شکل ۴-۱۷: شکل PCB برد دوم در حین لحیم کاری ۸۱
شکل ۴-۱۸: شکل PCB برد دوم در حین جانمایی قطعات ۸۲
شکل ۴-۱۹: نمای کامل شده از پشت برد PCB ۸۲
شکل ۴-۲۰: نمای کلی از دستگاه ساخته شده ۸۳
شکل ۴-۲۱: نمایی از دستگاه در حال تست و اجرای کار ۸۳

فـصل اول

کلیات تحقیق

فصل اول: کلیات تحقیق

۱-۱- مقدمه

با توجه به اهمیت بالای طراحی و ساخت دستگاه های واپایش (کنترل) از راه دور و استفاده ازسامانه های مخابراتی ومدارهای بسامد بالا، در این پروژه طراحی یک سامانه پایش و واپایش از طریق شبکه جی اس ام و ارسال و دریافت اطلاعات از طریق پیام کوتاه انجام می شود. همچنین یک حسگر دما و دو رله به کار گرفته خواهند شد. اطلاعات حسگر توسط پیام کوتاه به ناظر ارسال می گردد. با این وجود می توان یک حد هشدار دمایی تعریف نمود که اگر دما بیشتر از آن شود پیام هشدار از طریق پیام کوتاه به فرد ارسال گردد. رله های تعبیه شده هم توسط پیام کوتاه می توانند روشن و خاموش شوند. این رله ها می توانند به فرض برای راه اندازی یک پمپ آب، سامانه‌های گرمایشی و سرمایشی، روشنایی و... استفاده شوند. تمامِ این مدارها روی یک مدار چاپی ساخته خواهند شد.میکروکنترلر یک تراشه الکترونیکی قابل برنامه ریزی است که استفاده از آن باعث افزایش سرعت و کارآیی مدار در مقابل کاهش حجم و هزینه مدار می گردد. به آی سی هایی که قابل برنامه ریزی می باشد و عملکرد آنها از قبل تعیین شده میکروکنترلرگویند. میکرو کنترلر ها دارای ورودی - خروجی و قدرت پردازش می باشد[۱۰]. با ساخت میکروکنترلرها تحول شگرفی در ساخت تجهیزات الکترونیکی نظیر لوازم خانگی، صنعتی، پزشکی، تجاری و ... به وجود آمده است که بدون آن تصور تجهیزات و وسایل پیشرفته امروزی غیر ممکن است. یکی از میکروکنترلرهای پرکاربرد و معروف AVR نام دارد که ساخت شرکت Atmel می باشد. این میکروکنترلرها جزو ساده ترین و در عین حال پر کاربرد ترین میکروکنترلرهای موجود می باشند. از میکروکنترلرهای AVR در کاربردهایی وسیع با قابلیت های متوسط (مانند پروژه های دانشگاهی، تجاری، منازل و...) استفاده می گردد.

۱-۲- بیان مساله

با پیشرفت تکنولوژی ضروریترین نیازهای زندگی بشر در دنیای امروزی تلفن است.اما توسعه و پیشرفت ارتباطی به همین جا ختم نمی شود.در زندگی ماشینی امروزه فرد انتظار دارد که از اوقات مرده خود در اتوبوس، هواپیما، در جاده وخیابان برای انجام کارهای مفید استفاده کند.این انتظار نوعی نیاز با نام ارتباطات بیسیم را به وجود آوروه،تا جایی که بیشتر تحقیقات فعلی در زمینه ارتباطات در این مقوله انجام می شود. تلفن همراه برای انتقال داده و صو ت در مقیاس وسیع به کار می رود و نوعی شبکه اختصاصی را می توان با تکنولوژی آن ساخت که به دلیل انعطاف پذیری و سازگاری می توان آن را با اینترنت و تلقن ثابت ارتباط داد.بشر همواره در این ارزو بوده است که بتواند با ابداع و اختراع ابزار ، وسایل و روش هایی گامی در جهت بهبود زندگی مردم بردارد، لذا همواره در دوره های زمانی مختلف ابزار و وسایل گوناگونی را اختراع کرده است.یکی از این وسایل ماژول ها هستند که سرعت انجام کارها را بالا برده اند و در زمان صرفه جویی کرده اند.با توجه به پیشرفت تکنولوژی و نیاز روزافزون جوامع بشری به اتوماسیون و کنترل عملیات مختلف ماشینی بدون حضور انسان ،مباحث مرتبط با کنترل از راه دور از اهمیت ویژه ای برخوردار است. یکی از روش های کنترل از راه دور لوازم و تجهیزات الکترونیکی استفاده از مودم های GSM و کنترل از طریق پیامک می باشد. با پیشرفت تکنولوژی و نیاز روز افزون جوامع بشری به اتوماسیون و کنترل عملیات مختلف ماشینی بدون حضور انسان، مباحث مرتبط با کنترل از راه دور[1] از اهمیت ویژه ای برخوردار می‌باشد به گونه ای که تکنولوژی های ارتباطی روز به روز در جهت توسعه این امر به خدمت گرفته می‌شوند. با این وجود توجه به نیاز روز افزون جوامع صنعتی به بحث اتوماسیون و صرفه جویی در وقت و هزینه، همچنین بالا بردن دقت و کارایی قطعات و ماشین های صنعتی توجه به نحوه کنترل و دسترسی هر چه بهتر و راحت تر به سیستم های کنترلی از راه دور امری اجتناب ناپذیر است. تکنولوژی های ارتباطی که در این زمینه می‌توان مورد استفاده قرار داد از جمله تکنولوژی مادون قرمز، بلوتوث، وای فای، اس ام اس

[1] Telecomunication

و... نام برد. یکی از مناسب ترین روش های کنترل از راه دور لوازم و تجهیزات الکترونیکی استفاده از مودم های GSM و کنترل از طریق پیامک می باشدعمده ی اهمیت این پروژه ایجاد رقابت در حوزه های صنعتی برای دسترسی و کنترل آسان ماشین ها و هم چنین باز نماندن از رقابت با کشور های در حال توسعه برای حرکت به سوی فناوری های جدید می باشد.

۱-۳- اهمیت و اهداف پروژه

امروزه پایش از راه دور به همراه واپایش و اعمال فرمان بر سیستم های پیشگیرانه در محیط های صنعتی، خانگی، پزشکی و... می تواند نقش بسزایی داشته باشد. این سامانه با صرف هزینه های کمتر و در عین حال به سادگی قابل پیاده سازی است. در این پروژه با استفاده از فن آوری جدید شبکه جی اس ام، و زیر ساخت های مخابراتی بصورت پیام کوتاه امکان نظارت و کنترل لحظه ای در هر فاصله زمانی (پریودی) که کارفرما بخواهد امکان پذیر می‌باشد.

مهم ترین ویژگی این سامانه قابلیت برنامه ریزی و کنترل پذیری آن می باشد. یکی از اهداف این سامانه حصول اطمینان کامل از امنیت و صحت اطلاعات دریافتی از حسگر می‌باشد. همچنین تبادل اطلاعات دو طرفه بین شخص و تجهیزات، اعمال فرمان در سریعترین زمان، عدم استفاده از نیروی انسانی و خطای انسانی، هزینه پایین سخت افزاری و ... از جمله مزایای دیگر اهمیت و اهداف این پروژه را نشان می دهد.

از این پروژه همچنین می توان در جهت مسائل دیگری همچون پایش وسایل حرارتی و برودتی از راه دور، هشدار وجود گاز، هشدار قطع برق، اعلام حریق با تلفن و پیامک، پخش آژیر خطر در مکانی دور از حادثه، اعلام هشدار سرقت، خاموش کردن اتومبیل از راه دور در هر نقطه ای از کشور و ... استفاده کرد.

۱-۴- مراحل اجرای طرح

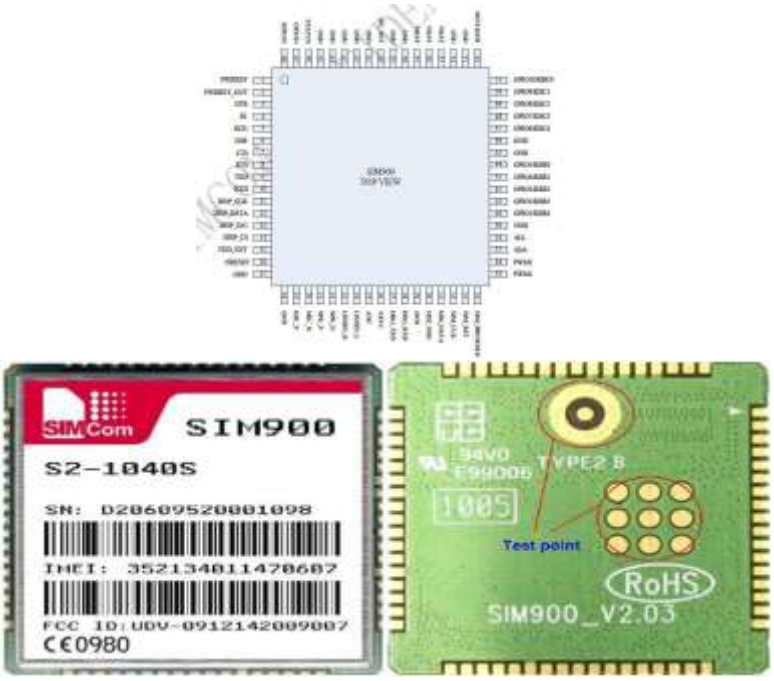
۱- سخت افزار شامل:

- میکروکنترلر ATmega32 از پردازنده های AVR ساخت شرکت ATMEL
- قطعه جی اس ام مدل SIM900
- صفحه نمایشگر LCD
- بخش تغذیه قطعه SIM900 و میکروکنترلر
- بخش حسگر و رله (کنتاکتور)

قطعه جی اس ام مورد استفاده، SIM900 ساخت شرکت سیم کام[1] می باشد. شبکه های جی اس ام در تعدادی از دامنه‌های حامل فرکانس های مختلف کار می کنند که دارای محدوده فرکانسی۹۰۰تا ۱۸۰۰مگا هرتز می‌باشند. این دستگاه به عنوان یک سیم کارت هوشمند شناخته شده است و دارای سطح امنیتی متوسط می باشد.

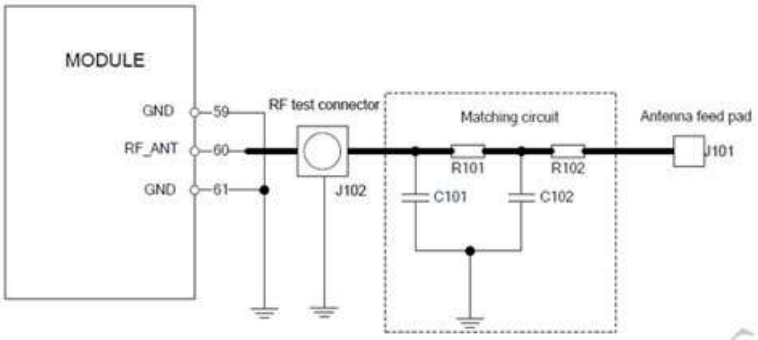
این تراشه تمام قابلیت های یک تلفن همراه از قبیل مکالمه، پیام کوتاه و جی پی آر اس[2] را دارا می باشد. در زیر تصویر این تراشه نشان داده شده است.[۱و۲]

[1] Simcom
[2] GPRS (General Packet Radio Service)



شکل ۱-۱: نمایی از قطعه سیم ۹۰۰

سخت افزار مورد نیاز برای اتصال آنتن به تراشه در زیر نشان داده شده است:

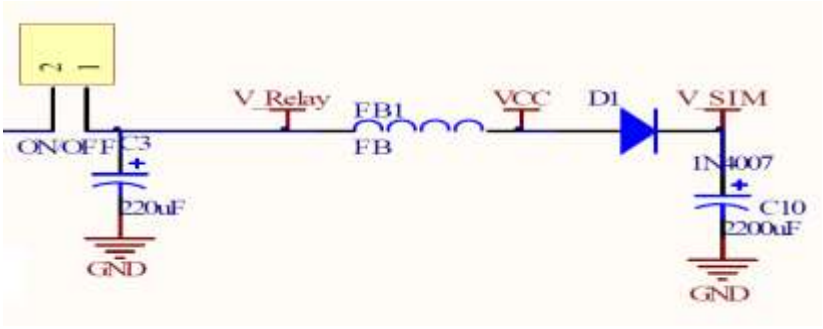


شکل ۱-۲: مدار سخت افزار آنتن به سیم ۹۰۰

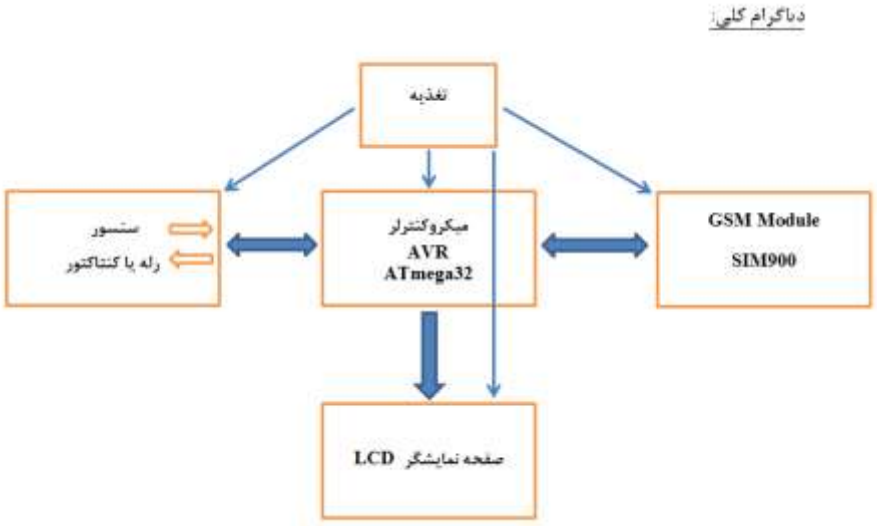
قطعه SIM900 برای ارتباط با محیط بیرون از پروتکل UART[1] استفاده می‌کند و از دو پایه RX و TX می‌توان برای ارتباط با درگاه سریال رایانه و میکروکنترلر استفاده کرد. میکروکنترلر جهت پردازش و دریافت پیام از قطعه جی اس ام و همچنین ارتباط با حسگر خارجی استفاده می‌شود. که

[1] *universal asynchronous receiver/transmitter*

وظیفه پردازش دیتای سنسور و کنترل رله‌ها و همچنین خواندن SMS و ارسال آن (برقراری ارتباط با SIM900) و ارسال اطلاعات به صفحه نمایشگر LCD برای نمایش برعهده دارد. قطعه SIM900 نیاز به یک تغذیه مناسب دارد. طبق برگه اطلاعات قطعه، ولتاژ تغذیه جی اس ام باید بین ۳.۴ الی ۴.۵ ولت باشد و منبع تغذیه شما باید بتواند تا ۲ آمپر جریان بدهد[۳]. SIM900 نسبت به سطح جریان حساس می باشد و در صورت عدم تامین آن، RESET می‌گردد. در شکل زیربخشی از مدار تغذیه SIM900 بعد از منبع تغذیه نشان داده شده است.



شکل ۱-۳: مدار تغذیه دستگاه

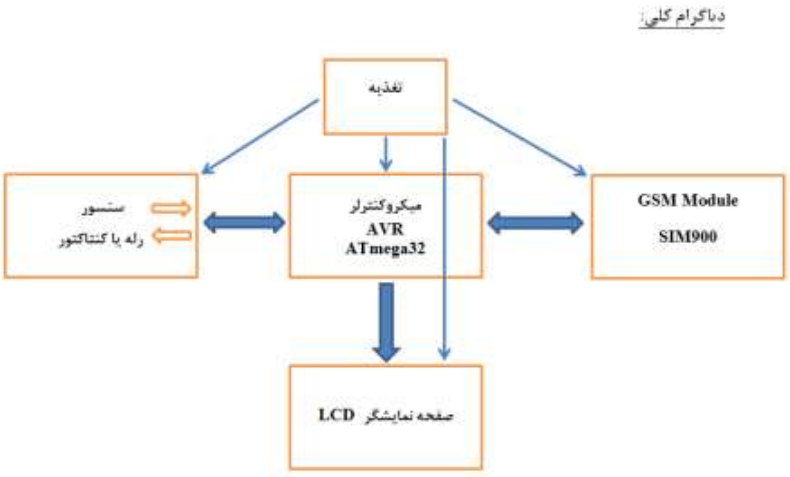


شکل ۱-۴: بلوک دیاگرام دستگاه

در فصل بعدی مبانی نظری میکرو کنترلر AVR وماژول sim 900 بررسی می گردد و در فصل سوم چگونه درست کردن تغذیه مورد نیاز هر ماژول و برنامه نویسی برای میکرو کنترلر AVR و ماژول sim

900 توضیح داده می شود و در فصل چهارم مراحل پیاده سازی و ساخت برد PCB به همراه توضیحات ارائه گردید و درانتها، فصل پنجم نتیجه گیری به مراه پیاده سازی دستورات برنامه مربوط به تمامی قطعات و دریافت نتایج طبق موارد خواسته شده (گزارش از وضعیت دما و رله ها، اعمال فرمان به رله ها، گزارش با شرح متنی (سلام دما بیش از حد مجاز است) به پایان می رسد.

شکل ۱-۳: مدار تغذیه دستگاه



شکل ۱-۴: بلوک دیاگرام دستگاه

در فصل بعدی مبانی نظری میکرو کنترلر AVR وماژول sim 900 بررسی می گردد و در فصل سوم چگونه درست کردن تغذیه مورد نیاز هر ماژول و برنامه نویسی برای میکرو کنترلر AVR و ماژول sim 900 توضیح داده می شود و در فصل چهارم مراحل پیاده سازی و ساخت برد PCB به همراه توضیحات ارائه گردید و درانتها، فصل پنجم نتیجه گیری به مراه پیاده سازی دستورات برنامه مربوط به تمامی قطعات و دریافت نتایج طبق موارد خواسته شده (گزارش از وضعیت دما و رله ها، اعمال فرمان به رله ها، گزارش با شرح متنی (سلام دما بیش از حد مجاز است) به پایان می رسد.

فــصل دوم

مبانی نظری میکرو کنترلر AVR وماژول sim 900

فــصل دوم: مبانی نظری میکرو کنترلر AVR وماژول sim 900

۲-۱- مقدمه

جی‌اس‌ام یا گروه ویژه تلفن همراه یک سیستم هوشمند و پرکاربرد تلفـن همـراه در جهـان اسـت. شناسه های دیگری در گروه ویژه تلفن همراه تعریف شده اند که عامل جذب مشترک و جهـت دهـی همه عناصر شبکه نیاز می باشد . بیش از ۷۰ درصد بازارهای جهـانی تلفـن همـراه از ایـن اسـتاندارد استفاده می کنند. در واقع بیش از ۲۰۰ کشور جهان از این استاندارد استفاده می کنند این استاندارد رومینگ بین المللی اپراتور تلفن همراه را رایج نموده است . جی سی ام برای اولین بـار بـرای مقـرون بصرفه بودن هزینه های تلفن همراه برای حامل های شبکه جایگزینی به اسم اس ام اس که سـرویس پیام کوتاه نامیده می شود ارائه کرد. از خصوصیات مهم سیستم جی سی ام که می توان به آن اشاره نمود این است که در باند MHz ۹۰۰ یک سیستم کاملا دیجیتالی است و بـازه فرکـانس آن MHz ۹۳۵ تا MHz ۹۸۰ برای لینک رو به پایین است و بـرای بـازده فرکانسـی MHz ۸۹۰ تـا MHz ۹۱۵ برای لینک رو به بالا، یعنی برای ارسال اطلاعات از واحد سیار به ایستگاه پایگـاه اسـت . پهنـای باند جی سی ام KHz ۲۰۰ است در واقع توانایی تحرم پذیری وسیع واحد سیار و کد کردن صـوت و داده در مسیر رادیویی و امکان سرویس های داده سرعت پایین و سازگار بـودن بـا ISDN و امکـان سرویس پیغام کوتاه را دارد.

۲-۲- جزئیات فنی سیستم جی اس ام

جی اس ام شبکه ای است که در هر مکانی و با هر سرعتی به مشترک سرویس دهی می دهد . جی سی ام باید مکان و هویت مشترک ، سرویسی مورد درخواست مشترک ارایه شود و با تمام شبکه های دیگر ارتباط و تبادل داشته باشد. شبکه جی سی ام یک سیستم ارتباطی است که از طریق طبقه بندی کردن منطقه جغرافیایی و بکار بردن مجدد از فرکانس و در بر گرفتن منطقه جغرافیایی

بوسیله طبقه بندی کردن شروع به کار کرد . در شبکه جی اس ام پنج سایز سلول متفاوت وجود دارد مثلا در سلول‌ها ماکرو انتن ایستگاه پایگاه داده در بالای ارتفاع متوسط پشت بام ساختمان قرار گرفته است و در سلول‌های میکرو ارتفاع آنتن کمتر از سطح متوسط بالای پشت بام و در سلول‌های پیکو بعلت کوچکی سایز درون خانه ها استفاده می شود و در سلول های فمتو در محیط‌های مسکونی یا کوچک کاری و سلول‌های چتر برای پر کردن شکاف بین این سلول‌ها استفاده می‌شود.

۲-۲-۱- امنیت جی اس ام خدمات

با توجه به گستردگی استفاده از سیستم های جی سی ام ، امنیت در این نوع از سیستم ها از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. امنیت در سیستم جی سی ام باعث می شود تا اطلاعات خصوصی کاربر حفظ و ضمانت کرده و از یک سو موجب شده که امکان حمله به جی سی ام برای استفاده افراد غیر مجاز جلوگیری می کند. در این میان ضعف های امنیتی شبکه ومشکلات آن پرداخته شده و در آخر جی سی ام شبکه وجود داشته باشد. با توجه به افزایش ارتباطات ، شبکه های موبایل روز به روز در حال گسترش است و پیشرفتهای چشمگیری در این باره جی سی ام به وجود آمده است. در این راستا نسل های اول تا چهارم سیستم های موبایل به وجود آمده است . نسل دوم محبوبترین سیستم تلفن موبایل در جهان است در بیش از ۱۶۸ کشور در حال استفاده است . از طرف دیگر از آنجا که سیستم موبایل از واسط هوایی برای جی سی ام نیز شبکه مورد استفاده بر اساس سیستم انتقال استفاده می کند و واسط هوایی بسیار آسیب پذیر است، امنیت شبکه اهمیت دو چندانی می یابد

در اهداف امنیتی جی اس ام بدنبال این هستیم که استفاده از مخابرات رادیویی برای انتقال می تواند مورد سواستفاده افراد غیر مجاز قرار گیرد . این افراد سعی می کنند خود را به عنوان مشترک مجاز جعل کنند و به استراق سمع اطلاعات متفاوتی که در مسیر رادیویی رد و بدل می شود بپردازند . در جی سی ام باید تمام گزینه های مطرح برای آشکار شدن مسیر رادیویی بخصوص برای ضمانت خصوصی بودن اطلاعات کاربر پیاده سازی شود. بنابراین مشخصه های امنیتی متعددی برای

حفاظت از امور شخصی وجود دارد.برای ردیابی محل مشترکین موبایل که ممکن است توسط گوش دادن به مبادلات سیگنالینگی در مسیر رادیویی صورت گیرند از گمنامی استفاده می کنند بدین وسیله گمنامی از ان جلو گیری می کند.

سطح امنیتی جی اس ام خیلی با کیفیت بالا طراحی نشده است و از کلید احراز هویت پیچیده تری برای دادن امنیت بیشتر و همچنین برای تصدیق هویت دو طرف، شبکه و کاربر استفاده می شود در حالیکه جی اس ام تنها کاربر را به شبکه اعتبار می‌بخشد (و نه بر عکس) بنابراین، مدل امنیتی محرمانه بودن و احراز هویت را ارائه می‌دهد، اما قابلیت‌های اجرایی، و غیرقابل انکار را محدود می سازد. همچنین جی اس ام ارتباطات بین مشترکین و ایستگاه پایه را می‌تواند رمزگذاری کند .

۲-۲-۲- ساختار شبکه جی اس ام

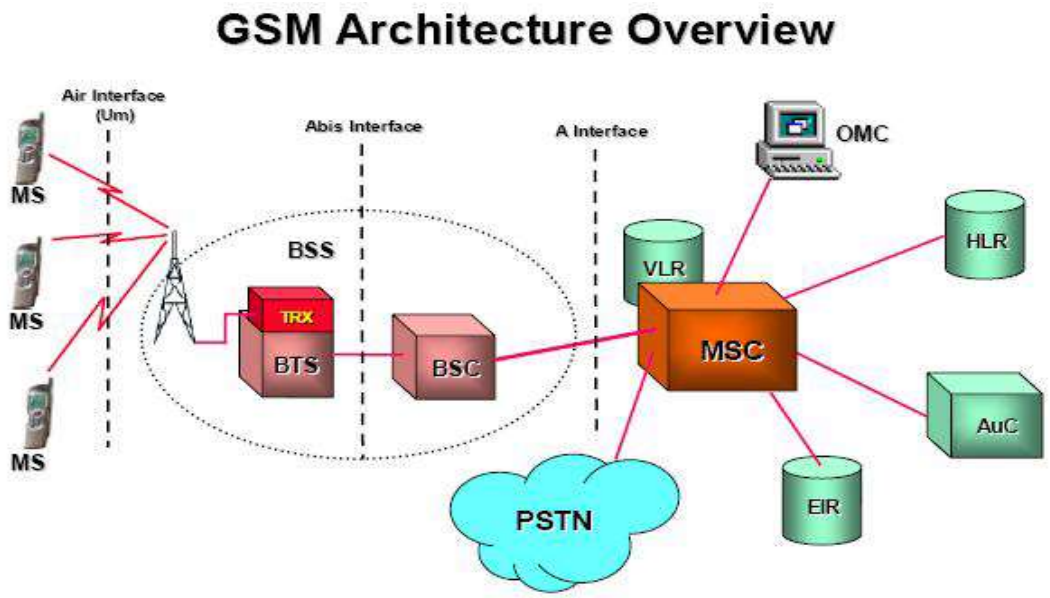
شبکه جی سی ام در واقع سیستمی هوشمند است که برای ایجاد ارتباط بین بخش های سلولی است و همراه با سلولی کردن منطقه و استفاده مجدد از فرکانس ۱ و پوشش دادن منطقه بوسیله سلولها شروع بکارکرد.شبکه سلولی سیار را به علت اینکه مشترکین تلفن های متحرک معمولاً در خشکی از آن استفاده می کنند . شبکه عمومی زمینی سیار (PLMN)۲ می نامند. شبکه جی اس ام به ۴ قسمت اصلی تقسیم می‌شود که عبارتنداز:

- واحد سیار MS[1]
- زیر سیستم ایستگاه ثابت BSS[2]
- زیر سیستم سوئیچینگ و شبکه NSS[3]
- زیر سیستم نگهداری و پشتیبانی OSS

[1] *Multiple sclerosis*
[2] Business support systems
[3] Network Security Services

در شبکه جی سی ام برای مرتبط کردن قسمتهای مختلف این سیستم چندین رابط اصلی دیگر تعریف شده است که در شبکه جی اس ام بین قسمتهای مختلف اینترفیس[1] هایی وجود دارند. برای برقرای ارتباطات اپراتورهای شبکه با منابع مختلف و تجهیزات زیر ساختار سلولی، نه تنها رابطی هوایی بلکه رابط های دیگری هم وجود دارد که عبارتند از:

- اینترفیس A بین BSC[2] وMSC[3]
- اینترفیس Abis بین BTS وBSC[4]
- اینترفیس Um یا Air بین Air BTS وMS



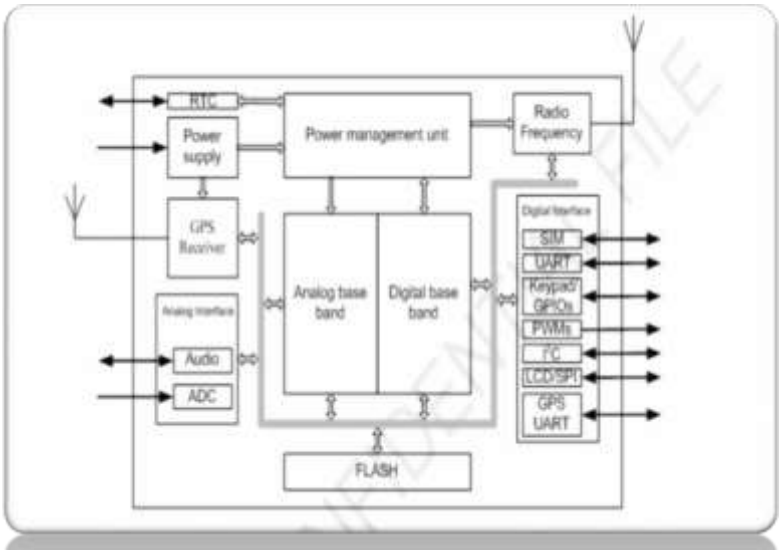
شکل ۲-۱: ساختار کلی جی اس ام

۲-۳- معرفی قطعه استفاده شده SIM 900

SIM900 دارای مشخصاتی است و افراد در سرتاسر دنیا حداقل یک بار هم شده سیستم خود را بوسیله تماس تلفنی یا SMS کنترل کنند . SIM900 دارای ۴ باند فرکانسی در ابعاد کوچک است.

[1] Interface
[2] *British Society of Cinematographers*
[3] Mediterranean Shipping Company
[4] *British Society of Cinematographers*

محدوده ولتاژ این باند ۲ تا ۴ است دارای تعداد بسیار زیاد دستورات کاری و از طرح های CSI-4 برای استفاده از اینترنت پشتیبانی می کند. قابلیت استفاده از باتری بکاپ و دارای شارژ داخلی باتری را داراست و از کی پد و ال سی دی های SPI جهت توسعه پروژه پشتیبانی می کند . قابلیت بروز کردن برنامه داخلی قطعه و دارای پورت سریال RS232 بصورت کامل و دارای دو کانال مجزای صوتی (دو عدد میکروفن و دو عدد اسپیکر) مصرف بسیار پایین و دارای مد SLEEP جهت کاهش مصرف توان پشتیبانی از پیام کوتاه در مدهای TEXT و PDU و دارای تایمر ساعت / زمان واقعی با قابلیت برنامه ریزی ، قابلیت تشخیص بادریت بصورت خودکار و دارای مبدل آنالوگ به دیجیتال و 12C داخلی و دارای سیستم موقعیت یابی جهانی از دیگر مشخصات این ماژول می باشد .این ماژول مخابراتی که توسط شرکت SIMCOM ارائه شده است ، همانند ماژول SIM300 یک ماژول بسیار کاربردی برای پروژه هایی است که نیاز است تا کاربر بتواند با SMSیا تماس صوتی فرامینی را به دستگاه بفرستد. شما با استفاده از ماژول SIM900به سادگی می توانید امکان ارتباط GSM و GPRS را به پروژه خود اضافه کنید. برای اینکار پس از اتصال تغذیه ماژول SIM900 و اتصال پایه های سیم کارت ، شما فقط به دو سیم برای ارتباط سریال (UART) نیاز خواهید داشت تا از طریق میکروکنترلر به این ماژول فرمان بدهید. این قطعه جهت ارتباط شبکه موبایل و کنترلر بصورت ارتباط از طریق پورت سریال می باشد. بدین معنی که قطعه با یکسری دستورات خاص که از طریق پورت سریال با پایش در ارتباط است با شبکه ارتباط برقرار کرده و می تواند نقش یک موبایل را ایفا کند. مثلا می توان از طریق این ارتباط، تماس صوتی برقرار نمود و یا پیامک ارسال و دریافت کرد و یا به اینترنت متصل شد و ... .



شکل ۲-۲: نمایی از عملکرد داخلی قطعه

جهت استفاده از این تراشه (SIM900) دو راه وجود دارد:

۱- استفاده از بردهای آماده

۲- طراحی یک برد مبتنی بر SIM900

۲-۳-۱- قابلیت ها و کاربردهای قطعه SIM 900

SIM900 ماژولی است که دارای قابلیت ها و کاربردهای زیادی است .این ماژول اطلاعات هر دستگاه را به سرعت و از رله دور ارسال از طریق جی اس ام، GPRS و GPS اطلاعات را دریافت می کنند . SIM900 با تمامی اپراتورهای مخابراتی می تواند ارتباط برقرار کند . راه اندازی و استفاده فوق العاده آسان و دارای کانکتورهای اسپیکر و میکروفن و ارتباط ساده از طریق سریال با انواع سیستم و PLC ها ، تحقق رویای دسترسی سریع آسان و ارزان به اطلاعات دستگاه های مستقر در مکان های بسیار دور از محل کار مشتریان و مجهز کردن دستگاه های الکترونیکی به موبایل هوشمند و حتی تهیه ردیاب دستی سرعت سنج های ماهواره ای مسافت و تنظیم ساعت های بسیار دقیق ، ساخت ردیاب کودکان و سالمندان ، هماهنگ سازی زمان های عملکرد و دستگاه های توزیع شده در موقعیت های جغرافیایی مختلف و در اخر ساخت انواع دستگاه های رهیافت و دستگاه های صنعتی جهت کشف موقعیت جغرافیایی آنها از جمله قابلیت های کاربردی SIM900 است .

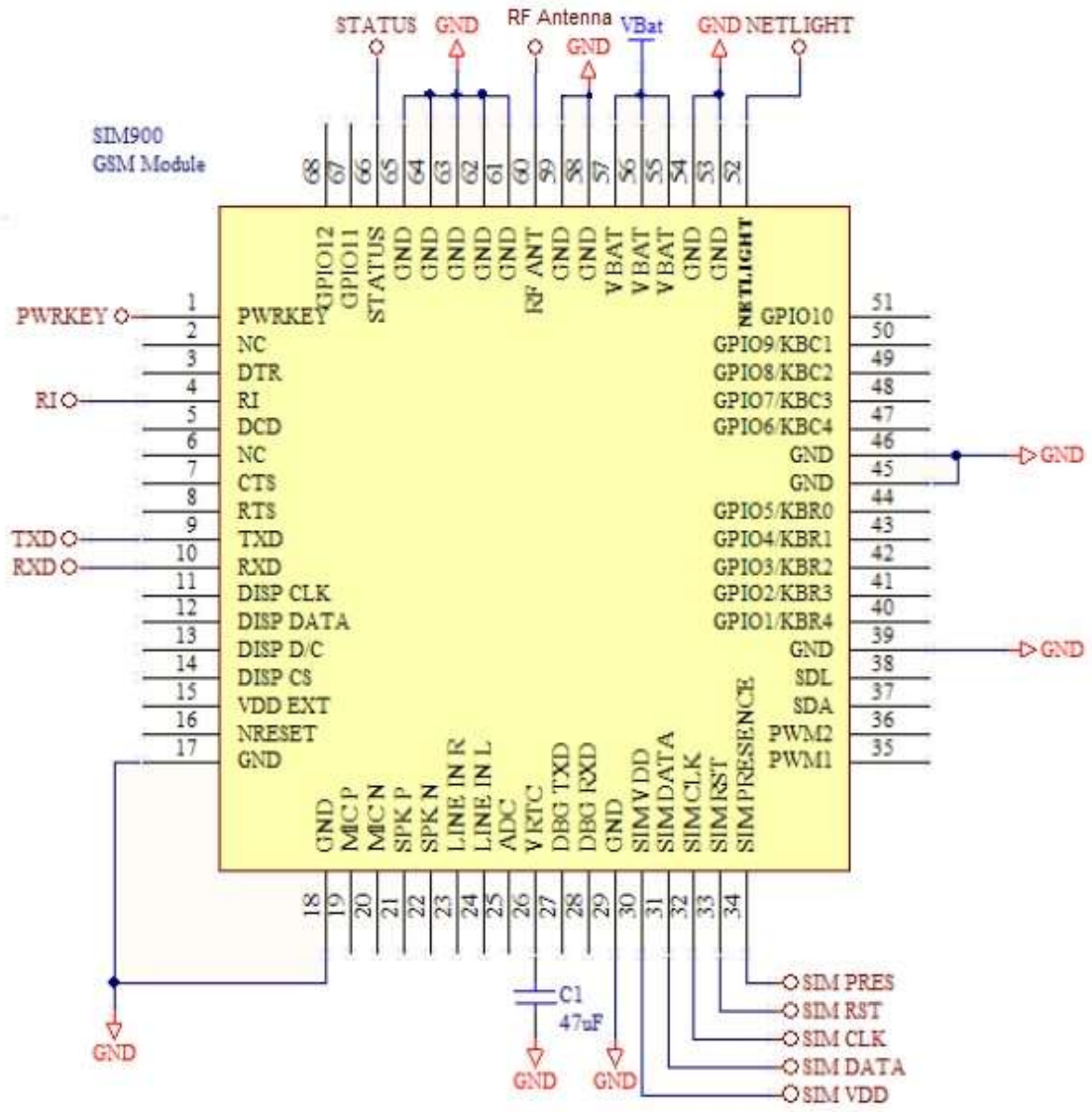
۲-۳-۲- ویژگی های ماژول SIM900

این ماژول دارای توانایی های زیادی است که در پروژه ی ما کاربرد فراوانی دارد از جمله اینکه این ماژول توانایی ارسال ۲ وات در باند های فرکانسی ۸۵۰ تا ۹۰۰ مگاهرتز را دارد و برای چهار باند فرکانس متداول GSM/GPRS مناسب است و دارای کانال صوتی جهت برقراری مکالمه صوتی (میکروفن و بلدگو) و پورت سریال و مد Sleep برای کاهش مصرف توان با جریان مصرفی ۱ میلی آمپر است همچنین این ماژول دارای ۱۲ پایه ی ورودی/خروجی همه منظوره و قابل کنترل از طریق AT Command است و از پیام کوتاه در مدهای PDU , MT , MO , CB و Text و از طرح های CS-1، CS-2، CS-3 و CS-4 برای GPRS و از LCD های SPI و کی پد برای توسعه پروژه ها و از پورتکل IP/TPC پشتیبانی می کند . این ماژول به همراه باتری قابل استفاده است و به گونه ای است که دارای مدار داخلی برای استفاده از این قابلیت است قابلیت به روز کردن برنامه داخلی ماژول[1] از طریق پورت جداگانه و قابلیت تشخیص خودکار Baudrate بدون هیچگونه تنظیمات اولیه و قابلیت کار با ولتاژهای ۳.۲ ولت تا ۴.۸ ولت و دارای تایمر ساعت / زمان واقعی RTC با قابلیت برنامه ریزی و محل ذخیره پیام کوتاه (فقط حافظه داخلی سیم کارت) است .

۲-۳-۳- شماتیک ماژول Sim900

شماتیک ماژول Sim900 در زیر نمایش داده شده است که این شماتیک در شیت داده سخت افزاری ان عمل کرده و مداری را بصورت زیر بوجود می اورد البته این ممکن است ساده ترین مدار برای ارسال و دریافت پیامک باشد .

[1] Firmware



شکل ۲- ۳: ساده ترین شماتیک برای ارسال و دریافت پیامک

۲-۳-۴- توضیح هر کدام از پایه های SIM900

۱-پایه ی POWERKEY

برای روشن کردن ماژول از دکمه Power استفاده می شود.که با ایجاد یک سطح منطقی صفر به مدت تقریبی ۱۰۰۰ میلی ثانیه می توان ماژول را روشن نمود.که بعد از روشن شدن ماژول، یک کد

ناخواسته[1] که عبارت RDY می باشد از طرف پورت سریال ماژول ارسال می شود. جهت روشن وخاموش کردن ماژول باید این پایه به مدت یک ثانیه به منبع تغذیه وصل شود و یا به پایه PWRKEY_OUT متصل شود . این پایه ولتاژ منفی را برای خاموش و روشن کردن ماژول تامین می کند . شما می توانید در هنگام نیاز به خاموش و روشن کردن ماژول این پایه را به پایه PWRKEY ماژول متصل کنید[. ۱و۲].

۲-پایه ی STATUS

بعد از روشن شدن ماژول وضعیت پایه ی STATUS از صفر به ۲/۸ ولت تغییر می یابد و در تمام مدت زمان کار ماژول در همین مقدار باقی می ماند.چنانچه ماژول به هر دلیلی خاموش شود مقدار ولتاژ این پایه مجددا به صفر برخواهد گشت.این پایه در زمان روشن بودن ماژول منطق صفر می گیرد. شما می توانید با اتصال پلاریته مثبت یک LED سه میل به پایه VDD_EXT ماژول و اتصال پلاریته منفی همان LED به صورت مستقیم به این پایه از وضعیت روشن و خاموش بودن ماژول با خبر شوید .[۱و۲]

۳-پایه ی NETLIGHT

این پایه نمایش اتصال به شبکه را نمایان می کند با قرار دادن سیم کارت درون قاب سیم کارت و روشن کردن ماژول LED نشانگر شبکه که به این پایه متصل است. شروع به چشمک زدن می کند. شما می توانید با اتصال پلاریته منفی LED سه میل به منفی تغذیه و اتصال پلاریته مثبت همان LED به صورت مستقیم به این پایه از وضعیت شبکه طبق الگوریتم زیر با خبر شوید.حالت های مختلف این LED معرف وضعیت های مختلفیست که در جدول۲-۱حالت های چشمک زدن ان مشخص است [۱و۲].

[1] Unsolicited

جدول ۲-۱: حالت های چشمک زدن LED متصل به پایه ی NETLIGHT

حالت چشمک زدن LED	رفتار یا وضیت ماژول در شناسایی شبکه
خاموش	ماژول خاموش است
۶۴ میلی ثانیه روشن/۸۰۰ میلی ثانیه خاموش	ماژول شبکه ی سیم کارت را پیدا نکرده است
۶۴ میلی ثانیه روشن/۳۰۰۰ میلی ثانیه خاموش	ماژول شبکه سیم کارت را یافته است
۶۴ میلی ثانیه روشن/۳۰۰ میلی ثانیه خاموش	ماژول در حالت ارتباط GPRS قرار دارد

۴-پایه ی RF ANTENNA

این ماژول در واقع برای اتصال پایه مورد استفاده قرار می گیرد . از انجایی که ماژول SIM900 بر خلاف تولیدات قبلی شرکت SIMCOM نظیر SIM300cz ، SIM548 و .... دارای پد اتصال انتن نمی باشد لذا باید پایه ی RF ANTENNA را به یک سوکت مادگی UFL یا سکوی مادگی SMA متصل نمائیم[۱و۲].

۵-پایه ی VBat

این پایه دارای منبع تغذیه مثبت می باشد . این پایه برای تامین ولتاژ مورد نیاز ماژول مورد استفاده قرار می گیرد که مقدار آن باید بین ۳.۲ تا ۴.۷ ولت باشد.[۳و۲]

۶-پایه ی IR

در واقع این پایه در حالت عادی یک محسوب می شود .این پایه یکی از پایه های اصلی پورت سریال ماژول بوده و دو نمونه از وظایف اصلی آن اعلام دریافت پیامک و تماس ورودی می باشد و در هنگام تماس صوتی به حالت صفر تغییر می کند . بعد از روشن شدن ماژول سطح این پایه در حالت منطقی High[۱] قرار دارد. در هنگام دریافت پیامک یا تماس ورودی این پایه به مدت ۱۲۰ میلی ثانیه به سطح منطقی Low رفته و مجددا High برمی گردد[۱و۲]

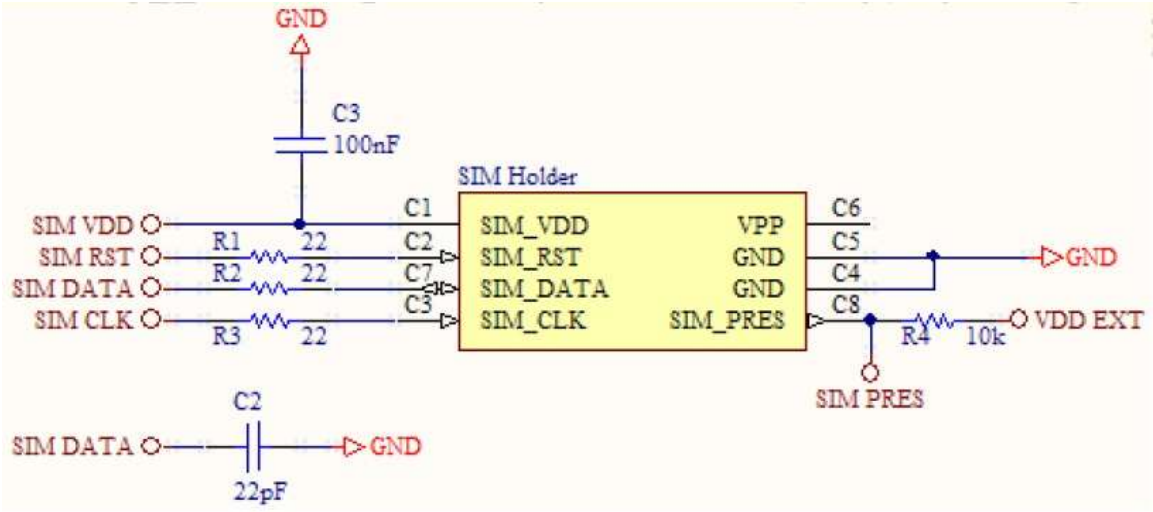
۷-پایه ی RXD

[۱] تقریبا ۲/۸ ولت

این پایه یکی دیگر از پایه های اصلی ماژول است،پایه ارسال پورت سریال که از طریق این پایه برای ارسال دستورات AT Command استفاده می شود.بنابر این پایه باید به پایه ی TXD میکرو متصل گردد. این پایه دارای منطق TTL در دریافت دستورات می باشد و به هین دلیل جهت ارتباط سریال UART به صورت مستقیم به پایه TXD در میکروکنترلر AVR متصل می شود .

۸-پایه های SIM PRES ، SIM RST ، SIM DATA ، SIM VDD و SIM CLK

همه این پایه های نامبرده جهت ارتباط با سیمکارت استفاده می شود در واقع این پایه ها به سیمکارت متصل می شود در شکل ۲- ۴ شماتیک اتصال ان را به قاب سیم کارت ۸ پین مشاهده می کنید[۱و۲].



شکل ۲- ۴: شماتیک اتصال پایه های SIM PRES ، SIM RST ، SIM DATA ، SIM VDD و SIM CLK را در ماژول SIM900 به قاب سیم کارت ۸ پین مشاهده می کنید

۹-پایه ی TXD

از دیگر پایه اصلی ماژول است، پایه دریافت پورت سریال که از طریق این پایه کدهای ناخواسته مانند متن پیامک و سایر خروجی ها را به سمت پایشگر می فرستد. این پایه دارای منطق TTL در ارسال اطلاعات ماژول می باشد به همین دلیل جهت ارتباط سریال UART به صورت مستقیم RXD در

میکرو کنترلر AVR متصل می باشد .بنابراین پایه باید به پایه ی RXD میکرو متصل گردد. در جدول (۲-۲) تمامی پایه های این قطعه به ترتیب شماره معرف شده است.

جدول ۲-۲: پایه های قطعه SIM 900

نام پین	پین	I/O	توضیح
GND			تمام پایه هایی که با اسم GND می باشند را باید به زمین وصل کرد
PWRKEY	۳	I	جهت روشن و خاموش کردن قطعه
NC			تمامی پایه هایی که با NC مشخص شده اند بدون اتصال باقی می مانند.
DISP-CLK	۶	O	جهت اتصال LCD
DISP-DATA	۷	I/0	
DISP-D/C	۸	O	
DISP-CS	۹	O	
GPS/DBG-TXD	10	O	جهت دریافت اطلاعات GPS و همچنین آپدیت قطعه
GPS/DBG-RXD	۱۶	I	
SIM-DATA	۱۷	I/O	جهت اتصال به سیم کارت
SIM-RST	۱۸	O	
SIM-CLK	۱۹		
SIM-VDD	۲۰		
SPK IN	۲۱	O	جهت اتصال بلندگو
SPK IP	۲۲		
SPK2N	۲۵		
SPK2P	۲۶		
MICIP	۲۳		جهت اتصال میکروفن

MICIN	۲۴	I	
MIC2P	۲۷		
MIC2N	۲۸		
GPIOI/KBRO	۳۱	I/O	جهت اتصال کی پد ۳*۳
GPIO2/KBRI	۳۲		
GPIO3/KBR2	۳۳		
GPIO4/KBCO	۳۴		
GPIO5/KBCI	۳۵		
GPIO6/KBC2	۳۶		
VRTC	۴۲	I/O	جهت اتصال باتری بکاپ برای RTC
VDD-EXT	۴۴	O	ولتاژ خروجی ۲.۸ ولت
ADC	۴۷	I	مبدل آنالوگ به دیجیتال داخلی
PWM 1	۴۸	O	جهت استفاده در ویبره و بازر و LED
PWM 2	۴۹		
PWM 3	۵۰		
NETLIGHT	۵۱	O	جهت نمایش وضعیت شبکه
STATUS	۵۲	O	جهت نمایش وضعیت قطعه
12C-SCL	۵۵	I/O	جهت استفاده از 12C
12C-SDA	۵۶	I	جهت استفاده از 12C

جهت اتصال آنتن جی اس ام	I/O	۵۹	جی اس ام-ANT
تغذیه قطعه	I	۶۲	VBAT
تغذیه قطعه	I	۶۳	VBAT
جهت اتصال به پورت سریال	O	۶۶	RTS
	I	۶۷	CTS
	I	۶۸	RXD
	O	۶۹	RI
	O	۷۰	DCD
	O	۷۱	TXD
		۷۲	DTR
جهت اتصال به سنسور دمای باتری	I	۷۳	TEMP_BAT
جهت شارژ باتری	I	۷۴	VCHG
جهت تغذیه ی آنتن اکتیو GPS	O	۷۵	GPS-VANT-OUT
	I	۷۶	GPS-VANT-IN
جهت اتصال به آنتن GPS	I	۷۹	GPS-ANT

۲-۴- آشنایی با میکروکنترلر[1]های AVR

۲-۴-۱ تاریخچه میکروکنترلرها

میکروکنترلرها جز اولین پردازنده ها نبودند. پردازنده ها ی دیگری بودند که از بابت قیمت خیلی هزینه بردار بودند و اصلا مقرون بصرفه نبود . قبل از میکروکنترلرها از میکروپرسسور استفاده می شد. میکروپرسسور[2] در واقع فقط یک پردازنده است و برای کار با آن باید به آن چیپ های حافظه ، تایمرها و غیره را برحسب نیازمان اضافه کرد ولی مدار آن خیلی پیچیده و هزینه بردار می شد به همین دلیل شرکت های الکترونیکی دنیا به فکر جایگزینی برای میکروپرسسور افتادند و میکروکنترلر هایی را ساختند در واقع یک کنترلر کامپکت[3] شده ی یک میکروپرسسور می باشد با حافظه های زیاد و تعداد تایمر زیاد و همچنین پورت های زیاد و تنوع گسترده و قیمت مناسب باعث شد تا دیگر میکروپرسسورها منسوخ شوند. میکروکنترلر AVR دارای ویژگی هایی است . بسیاری از صاحب نظران براین باورند که این میکروکنترلر سرعت بسیار بالایی دارد . به عبارتی دستوراتی که بهش داده می شود بنابراین AVR سریعترین میکروکنترلر موجود در بازار است. AVR از زبان های برنامه نویسی سطح بالا پشتیبانی می کند که باعث تولید کدهای بیشتریا امکانات جانبی این میکروکنترلر بسیار مناسب است و شما را از خرید بعضی لوازم جانبی مانند چیپ های آنالوگ به دیجیتال (ADC) , مقایسه گر آنالوگ و... راحت میکند . در ضمن AVR از بسیاری از استاندارد های ارتباطی مانند SPI,UART,12C,JTAG پشتیبانی میکند که به راحتی میتوان این میکروکنترلر را با میکروکنترلر دیگر یا و سایل دیگر وصل کرد و با وسایل دیگر به راحتی ارتباط برقرار کند. قیمت این میکروکنترلر هم به نسبت امکانات فراوانی که داره بسیار پایین است به طوری که یک میکروکنترلر AVR تقریبا پیشرفته روبا قیمت حول و حوش ۳ تا ۴ هزار تومان خرید .

[1] Microcontroller
[2] Microprocessor
[3] Compact

حدود ۴ دهه پیش در سال ۱۹۷۱ میلادی شرکت اینتل اولین کنترلر را ساخت و اولین کنترلر را با نام ۸۰۸۰ در اوایل سال ۱۹۸۰ روانه ی بازار کرد. همین شرکت اینتل که در حال حاضر در ساخت cpu یکه تاز دنیاست بعدها این امتیاز را به شرکت های دیگری واگذار کرد و شرکت های زیادی در حال حاضر کنترلرهای مختلفی را تولید می کنند. قطعه ای که این روزها جای خود را در خیلی از وسایل الکتریکی باز کرده و در هر وسیله ای که بتوان پیچیدگی را در آن دید می توان یک کنترلر را مشاهده کرد[۵]. شرکت اینتل با سری چیپ های AT8050,8051,8052,...، شرکت زایلوگ باسری چیپهای Z8601,8602,8603,... و شرکت موتورولا با سری چیپ های ۶۸۱۱ A1,A2,... گسترش یافت.

هر یک از خانواده های فوق دارای زیرمجموعه های بسیاری می باشد اما به صورت کلی می توان آنها را به صورت جدول (۲-۳) مقایسه نمود:

جدول ۲-۳: جدول حاوی اطلاعات خانواده ریزواپایشگرها

سری میکرو	تعداد مجموعه ها	حداکثر فرکانس کاری	منابع یادگیری	قیمت	قدرت پردازش عمومی*	قدرت پردازش اختصاصی*	نویزپذیری	پشتیبانی از پروتکل ها
خانواده AVR	بیش از ۱۲۰	300MHz	خیلی زیاد	نسبتا ارزان	متوسط	ضعیف	زیاد	متوسط
خانواده PIC	بیش از ۶۰	40MHz	زیاد	متوسط	متوسط	متوسط	کم	خوب
خانواده ARM	بیش از ۲۰۰	بیش از 1GHz	متوسط	متوسط	بالا	بالا	کم	خیلی خوب
خانواده FPGA	بیش از ۲۰۰	بیش از 1GHz	متوسط	متوسط	متوسط	بالا	کم	متوسط

منظور از قدرت پردازش عمومی و اختصاصی، سرعت و قدرت پردازش اطلاعات در مصارف عمومی مانند کارهای کنترلی و اختصاصی(مانند پردازش تصویر و ...) می باشد. میکروکنترل های موجود در دنیا شامل 8051 ، Avr، Pic ، Z8،6811 است .

۲-۵-۲-میکروکنترلر ۸۰۵۱ [۵]

این میکرو کنترلری جز اولین میکرو کنترلر هایی است که شرکت intel تولید کرد. اما بعدها شرکت intel قابلیت ساخت و تولید این میکروکنترلر را به دیگر شرکت ها داد که این میکروکنترلر را تولید کنند . 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 شود. اما اگربخواهیم به صورت کلی سیر پیشرفت این نوع میکروکنترلر را در نظر بگیریم اولین میکروکنترلر هایی که ساخته شد با جدیدترین میکروکنترلرهای ۸۰۵۱ که الان تولید می شود با توجه به این پیشرفت شگفت در تمام زمینه ها که صنایع دیگر در دنیا دارند پیشرفت زیادی ندارد[۶]. به طور مثال AT89S5Xکه میکروکنترلر ۸۰۵۱ جدید ساخت ATMEL است نسبت به مدل های اولیه ۸۰۵۱ پیشرفت آنچنانی ندارد. امکانات این میکرو نسبت به AVR و PIC قابل مقایسه نیست. به صورتی که همین مدل جدید ۸۰۵۱ تقریبا حافظه ای برابریک صدم [1]میکروکنترلر های AVR را دارد و سرعتش ۴ برابر کمتر از میکروکنترلر های PIC و ۱۲ بار کمتر از میکروکنترلر های AVR است. از لحاظ امکانات دیگر هم چنین ضعفی احساس میشود. اما برای کارهای ساده تر که پیچیدگی زیادی در آن نباشد به خاطر قیمت بسیار پایینی که این میکروکنترلر دارد بسیار مناسب است. قیمت همین مدل جدید AT89S5X تقریبا۳۵۰۰ تومان است که قیمت بسیار مناسبی است. این میکرو کنترلر از زبان اسمبلی و C پشتیبانی می کند که زبان برنامه نویسی اصلی آن اسمبلی است که واقعا نوشتن با این زبان برنامه نویسی نسبت به زبان های برنامه نویسی دیگر هم مشکل تر و هم طولانی تر است. در کل این میکروکنترلر امروزه دیگر توانای رقابت با AVR و PIC را ندارد و امروزه رقابت اصلی بین این دو میکروکنترلر است.

[1] ۰.۰۱

۲-۵-۳- میکروکنترلر PIC

میکروکنترلر PIC بعلت پرکار بودند و داشتن داده و برنامه ، افراد زیادی از آن استفاده می کنند. . ارجعیت میکروکنترلر PIC نسبت به دیگر میکروکنترلر PIC آن است که می توان به هر دو بخش حافظه در یک دستورالعمل دسترسی داشت. این امر موجب می شود که این نوع معماری سریعتر از معماری فون نیومن باشد . البته متذکر می شویم که در ایران این آمار به نفع AVR است. این میکروکنترلر ساخت شرکت میکرو چیپ است که PIC رو در مدل های خیلی زیادی با امکانات مختلف برای کارهای مختلف می سازد. این میکروکنترلر با مدل های مختلف PIC16XXXو PIC12XXXXکه به جای X دوم از چپ به راست حروف C ,X,E,F قرار میگرد که هر کدام مفهوم خاصی دارد X های بعدی هم اعدادی هستند که نشان دهنده مدل های مختلف هستنند[۶].

۲-۵-۴ میکروکنترلر AVR

این میکروکنترلر ها دارای انواع گوناگونی است و دارای ۴ سری کاربردی و ویژگی های خاص خود را دارد. سری ATtiny و سری ATMega و سریXMega ، سری هایی هستند که جز میکروکنترلر است . سری ATtiny میکروکنترلر ها ی کوچک، کم مصرف و پرقدرت برای کاربردهای خاص می باشند که دارای حافظه Flash بین ۰,۵ تا ۱۶ کیلوبایت و بسته بندی بین ۶ تا ۳۲ پایه هستند. سری ATMegaاین سری دارای امکانات وسیع و دستورالعمل های قوی می باشد که دارای حافظه Flashبین ۴ تا ۵۱۲ کیلوبایت و بسته بندی بین ۲۸ تا ۱۰۰ پایه هستند . سری XMega جدیدترین، پرسرعت ترین و قوی ترین نوع هستند که امکانات بیشتری نیز دارند. یک میکرو کنترلر زمانی به وجود می آید که قطعات سازنده یک میکروکامپیوتر در یک تراشه و در کنار هم قرار گیرند. در واقع میکروکنترلر یک آی سی شامل یک CPU، به همراه مقدار مشخصی از حافظه های RAM و ROM، پورت های ورودی/ خروجی و همچنین واحد های جانبی دیگری نظیر تایمر، رابط سریال و ... می باشد. به عبارت دیگر میکروکنترلر یک تراشه الکترونیکی قابل برنامه ریزی است که استفاده از آن باعث افزایش سرعت و کارآیی مدار در مقابل کاهش حجم و هزینه مدار می گردد. میکروکنترلرها به

علت کوچکی و سادگی در بسیاری از وسایل الکترونیکی استفاده می شود. میکروکنترلرها کاربرد هـای وسیعی در صنایع الکترونیکی پیدا کرده اند و با توجه به ویژگی ها و امکانات اصلی و جانبی که ارائه می دهند انتخاب شده و به کار برده می شوند. از ویژگی ها و امکانات اصلی مثلا: سرعت پردازنـده، قـدرت پردازش اطلاعات، میزان ذخیره اطلاعات، نویزپذیری، فرکانس کاری، توان مصرفی و... امکانات جانبی مثل پشتیبانی از پروتکل های ارتباطی، ارتباط با وسایل جانبی، پاسخ به وقفـه هـا، تـایمر ا و کانترهـا، مبدل های آنالوگ به دیجیتـال و ... در شـکل زیـر یـک سیسـتم ریزواپایشـگرها از شـرکت Atmel را مشاهده می کنید که دارای انواع پورت ها و صفحه نمایش، امکانات کنترلی و جانبی مختلـف اسـت در حالی که نسبت به سیستم میکروکنترلرها کوچکتر، کم هزینه تر و شاید هم پر سرعت تر باشد. سـرعت این میکروکنترلر بسیار بالاست و به قولی دستوراتی که به آن داده مـی شـود در یـک سـیکل کـلاک انجام می دهد در صورتی که این سیکل کلاک برای ۸۰۵۱ باید تقسیم بر ۱۲ شود و بـرای PIC بایـد تقسیم بر ۴ بنابراین AVR سریعترین میکروکنترلر موجود در بازار اسـت. AVR از زبـان هـای برنامـه نویسی سطح بالا[1] پشتیبانی می کند که باعث تولید کدهای بیشتری می شـود کـه در کـل برنامـه ی نوشته شده نسبت به برنامه هایی که برای ۸۰۵۱ و PIC نوشته می شود کوتاه تر است. امکانات جانبی این میکروکنترلر بسیار مناسب است و شما را از خرید بعضی لوازم جانبی مانند چیپ های آنالوگ بـه دیجیتال (ADC) مقایسه گر آنالوگ و... راحت می کند. در ضمن AVR از بسیاری از اسـتاندارد هـای ارتباطی مانند SPI,UART,12C JTAG,پشتیبانی میکند که به راحتی میتوان این میکروکنترلر را با میکروکنترلر دیگر یا وسایل دیگر وصل کرد و به راحتی با وسایل دیگر ارتباط برقرار کرد.

۲-۵- مزایای میکرو کنترلر نسبت به مدار های منطقی[۴]

از مزایای اصلی یک میکرو کنترلر نسبت به مدار های منطقی را می توان اینگونه بیان نمود که ای سی های مدار را به حداقل برساند و قابل کپی کردن نیست و بنابراین به آسانی نمی توان از روی آن

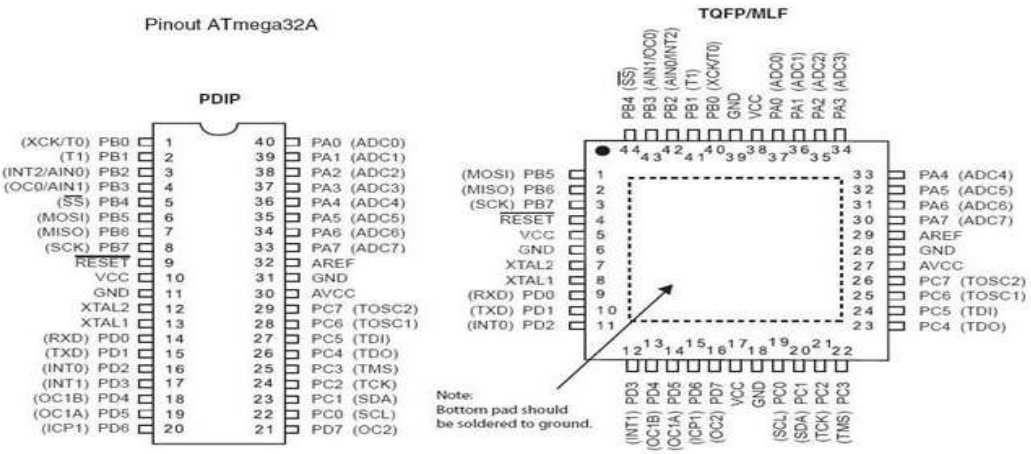
[1] High-level programming language

تولید کرد. قابلیت برنامه ریزی را دارد که کار چندین گیت منطقی را انجام دهد .به راحتی می توان برنامه میکرو کنترلر را تغییر داد و تا هزاران بار می توان روی میکرو برنامه های جدید نوشت و یا پاک کرد.

۲-۶- معرفی میکرو کنترلر استفاده شده AT MEGA 32

این میکروکنترلرها که به آن AT MEGA 32 می گویند در عین حال که با تغذیه کم غیر فرار هم هستند مهمترین مشخصات این میکرو کنترلر توان مصرفی کم و کارایی بالا و چهار کانال PWM و قابلیت ارتباط JTAG داراست . ۱۶ میلیون دستور در ثانیه در فرکانس ۱۶ مگاهرتز سرعت دارد و همجنین ۳۲ بایت حافظه فلش داخلی قابل برنامه ریزی با قابلیت ده هزار بار نوشتن و پاک کردن و ۲ کیلو بایت حافظه داخلی SRAM و ۱۰۲۴ بایت حافظه EEPROM داخلی قابل برنامه ریزی با قابلیت صد هزار بار نوشتن و خواندن ، ارتباط سریال برای برنامه ریزی ISP ،WATCHDOG قابل برنامه ریزی با اسیلاتور داخلی، یک مقایسه کننده آنالوگ داخلی را داراست . یکی از مشخصات این نوع میکروکنترلرها دارا بودن ۳۲ رجیستر همه منظوره می باشد. میکروکنترلرها با توجه به نوع کاربری مورد نظر ، یکی از خانواده های میکروکنترلرها که برای انجام آن مناسب می باشد را انتخاب کرد. مثلا اگر سرعت پردازش بسیار بالا بدون هنگ کردن و قابلیت تغییر کل برنامه در یک کاربرد خاص در یک پروژه نیاز باشد)مانند پروژه های نظامی و فرکانس بالا (بهتر است به سراغ FPGA و انواع آنها رفت. اگر در یک پروژه سرعت نسبتا بالا و قابلیت پشتیبانی از انواع ارتباطات جانبی مانند پورتUSB ، ارتباطات سریال و ... مورد نیاز باشد)مانند استفاده در تلفن همراه، تبلت ها، پروژه های پردازش سیگنال، تلویزیون ها و...) بهتر است از میکروکنترلرها ARM استفاده کرد. اگر در یک پروژه سرعت بالا مورد نظر نباشد و فقط درست و بدون نقص انجام شدن کار مورد نظر باشد (مانند پروژه های صنعتی) از میکروکنترلرها PIC استفاده می شود که در محیط های پرنویز مانند کارخانه ها بیشتر از آنها استفاده می شود و در نهایت اگر در کاربردهایی معمولی و متوسط با قابلیت های متوسط (مانند

پروژه های دانشگاهی، منازل و...) مورد نظر باشد از میکروکنترلرها ی AVR بیشتر استفاده می گردد. بنابراین یاد گرفتن میکروکنترلرها AVR در مرحله اول ضروری است چرا که از نظر معماری و کاربردها ساده تر بوده و مباحث اصلی و پایه ای در این مرحله وجود دارد.میکروکنترلرهای AVR به سه دسته سری AT90S و سری TINY و سری MEGA تقسیم می شوند که نوع سوم دارای قابلیت های بیشتری نسبت به دو سری دیگر هستند.



شکل ۲-۵: نمایی از میکرو MEGA 32A

فـصل سوم

معماری کنترلر AVR و برنامه

نویسی برای میکرو کنترلر AVR

و ماژول sim 900

فــصل سوم: معماری کنترلر AVR و برنامه نویسی برای میکرو کنترلر AVR و ماژول sim 900

۳-۱-مقدمه

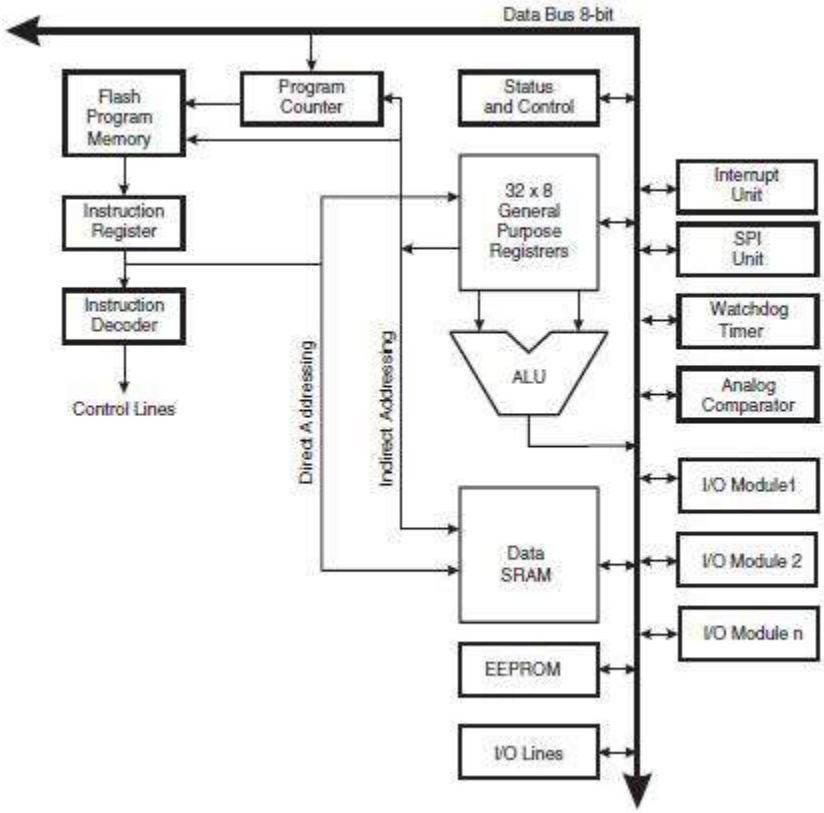
۳-۱-۱-معماری و ساختار میکروکنترلرهای AVR [۵]

شکل زیر معماری میکروکنترلرها ی AVR را نشان می دهد. به طور کلی یک میکروکنترلرها AVR از نظر ساختار داخلی حداکثر دارای واحدهای زیر می باشد:

- واحد پردازش مرکزی CPU[۱]
- واحد حافظه برنامه Flash
- واحد حافظه داده EEPROM
- واحد حافظه داده SRAM
- واحد ورودی و خروجی I/O[۲]
- واحد کنترل کلاک ورودی
- واحد کنترل وقفه
- واحد تایمر و کانتر
- واحد مبدل آنالوگ به دیجیتال
- واحد مقایسه کننده آنالوگ
- واحد تایمر سگ نگهبان
- واحد ارتباطات سریال SPI[۳] ، TWI[۴] وUSART[۵]

[1] Central processing unit
[2] input/output
[3] Serial Peripheral Interface
[4] The Welding Institute
[5] Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter

واحد برنامه ریزی و عیب یابی JTAG[1]



شکل ۳-۱: معماری و ساختار ریزواپایشگر AVR

۳-۱-۲- هسته مرکزی CPU واحد پردازش مرکزی

این واحد که بر مبنای معماری RISC ساخته شده است، تمام فعالیت های میکروکنترلر را مدیریت کرده و تمام عملیات لازم بر روی داده ها را انجام می دهد. همچنین وظیفه ارتباط با حافظه ها و کنترل تجهیزات جانبی را بر عهده دارد. درون هسته AVR به تعداد ۳۲ رجیستر همه منظوره، واحد محاسبه و منطق (ALU)، واحد رمز گشایی دستور ID، رجیستر دستورالعمل IR، رجیستر شمارنده برنامه PC، رجیستر وضعیت SREG و اشاره گر پشته SP قرار دارند. در ساختار پردازنده ها (CPU) از دو معماری متفاوت CISC[2] و RISC[3] استفاده می شود.

[1] Joint Test Action Group
[2] Complex instruction set computing
[3] Reduced instruction set computing

CISC به معنای کامپیوتر با دستورالعمل کامل می باشد. در این ساختار تعداد دستورالعمل ها بسیار زیاد است. دستورها پیچیده بوده و با سرعت پایین اجرا می شوند ولی برنامه نویسی آن ساده تر (سطح بالا) است. CPUهای میکروکامپیوترهایPC و لپ تاپ ها از این نوع هستند.

RISC به معنای کامپیوتر با دستورالعمل کاهش یافته می باشد. در این ساختار تعداد دستورالعمل ها کمتر بوده و دستورات ساده تر هستند و با سرعت بسیار زیادی اجرا می شوند اما برنامه نویسی آن دشوارتر) سطح پایین) است. CPU های میکروکنترلرها از این نوع هستند.

جدول ۳-۱: دستورالعمل میکروکنترلرها AVR

	CISC	RISC
1	Complex instructions taking multiple cycles	Simple instructions taking cycle
2	Any instruction may reference memory	Only LOADS/STORES reference memory
3	Not pipelined or less pipelined	Highly pip lined
4	Instructions interpreted by the micro program	Instructions executed by the hardware
5	Variable format instructions	Fixed format instructions
6	Many instructions and modes	Few instructions and modes
7	Complexity in the micro program	Complexity is in the compiler
8	Single register set	Multiple register sets

۳-۱-۳- واحد محاسبه و منطق[1]

ALU یا واحد محاسبه و منطق در میکروکنترلر AVR به صورت مستقیم با تمام ۳۲ رجیستر همه منظوره ارتباط دارد. این واحد وظیفه انجام کلیه اعمال محاسباتی و منطقی را با استفاده از رجیسترهای همه منظوره و در یک دوره تناوب از کلاک بر عهده دارد .به طور کلی عملکرد ALU را می توان به سه قسمت اصلی ریاضیاتی، منطقی و توابع بیتی تقسیم بندی کرد در برخی از ALU های توسعه یافته در معماری میکروکنترلر های AVR از یک ضرب کننده با قابلیت ضرب اعداد بدون علامت و علامتدار و نیز اعداد اعشاری استفاده شده است [۷].

[1] Arithmetic Logic Unit

۳-۱-۴- رجیسترهای CPU

رجیسترهای عمومی[1]: میکروکنترلر های AVR دارای ۳۲ رجیستر همه منظوره هستند این رجیسترها قسمتی از حافظهSRAM میکروکنترلر می باشند. تعداد این رجیستر ها ۳۲ عدد بوده و از R0تا R31 شماره گذاری می شوند. هر رجیستر دارای ۸ بیت است که به طور مستقیم با واحد ALU در ارتباط است . رجیستر های R26 تا R31 به منظور آدرس دهی غیر مستقیم، در فضای حافظه داده و برنامه استفاده میشوند که به آن ها رجیستر های اشاره گر می گویند و به ترتیب به صورت XL، XH ، YL، YH، ZL و ZH نامگذاری می شوند. یک امکان برای دو رجیستر جدا از هم فراهم شده است که بتوان توسط یک دستورالعمل خاص در یک سیکل کلاک به آن دسترسی داشت. نتیجه این معماری کارایی بیشتر کدها تا ده برابر سریع تر از ریزواپایشگر های با معماری CISC است.

رجیستر دستور[2]: این رجیستر که در هسته پردازنده قرار دارد کد دستور العملی را که از حافظه برنامه FLASH خوانده شده و باید اجرا شود را در خود جای می دهد.

۳-۱-۵- نحوه عملکرد واحد[3]

در هنگام روشن شدن میکرو کنترلر یک مقدار از پیش تعیین شده در درون رجیستر PC قرار می گیرد که این مقدار از پیش تعیین شده همان آدرسی از حافظه فلش است که کد دستور اول در آن قرار دارد. سپس CPU فرآیند خواندن دستور العمل را انجام می دهد که به این مرحله واکشی[4] می گویند. سپس CPU بعد از خواندن کد دستور آن را در رجیستر IR قرار می دهد تا واحد رمز گشایی دستور (ID) کد موجود در IR را تجزیه و تحلیل کرده و عملی که باید انجام گیرد را رمزگشایی[5] می کند سپس با ارسال سیگنال های کنترلی، سایر داده های مورد نیاز دستورالعمل را فراخوانی و واکشی کرده و سرانجام ALU عملیات مشخص شده را بر روی داده ها انجام می دهد).

---

[1] General Purpose Registers
[2] Instruction Register
[3] CPU (central processing unit)
[4] Fetch
[5] Decode

در نهایت مقدار PC تغییر کرده و آدرس بعدی که باید اجرا شود در آن قرار می گیرد و چرخه ادامه می یابد [۸].

۳-۱-۶- خط لوله[1]

مراحل اجرای یک دستور که توسط کاربر نوشته می شود به این صورت است که بعد از روشن شدن میکرو اولین آدرس حافظه فلش که حاوی اولین دستورالعمل است واکشی می شود. بعد از واکشی ترجمه یا رمز گشایی می شود، معماری این میکرو به صورتی طراحی شده است که قابلیت واکشی، رمز گشایی و اجرای دستور[2] را به صورت پشت سر هم را دارد. به عبارت دیگر وقتی یک دستور در مرحله اجراست دستور بعدی در مرحله رمز گشایی و دستور بعد از آن در مرحله واکشی قرار دارد تا همزمان همه واحدها بیکار نباشند و سرعت پردازش چند برابر شود. به طور کلی معماری پایپ لاین در پردازنده را می توان به خط تولید کارخانه تشبیه کرد طوری که وقتی خط تولید شروع به کار می کند هیچ کدام از بخش ها بیکار نمی مانند و هر کدام وظایف مربوط به خود را به طور مداوم انجام می دهند. در شکل زیر نحوه انجام پایپ لاین توسط میکرو نشان داده شده است. در سیکل اول کلاک، تنها دستور اول از حافظه واکشی می شود، در سیکل دوم کلاک، دستور اول که واکشی شده بود، به واحد رمزگشایی میرود و دستور دوم واکشی می شود. در سیکل سوم کلاک دستور اول وارد مرحله اجرا می شود در حالی که دستور دوم به واحد رمزگشایی میرود و دستور سوم واکشی می شود و همین طور این کار دائما تکرار می شود راه اندازی خط لوله[3] یکی از مزیت های بسیار مهم معماری RISC محسوب می شود که باعث افزایش سرعت می شود. پایپ لاین در میکروکنترلر های مختلف می تواند مراحل متفاوتی داشته باشد میکروکنترلرهای با ۳، ۵، ۸ و حتی ۱۳مرحله پایپ لاین نیز وجود دارند اما در میکروکنترلر های AVR ، پایپ لاین فقط ۲ مرحله Fetch و Execute را دارد.

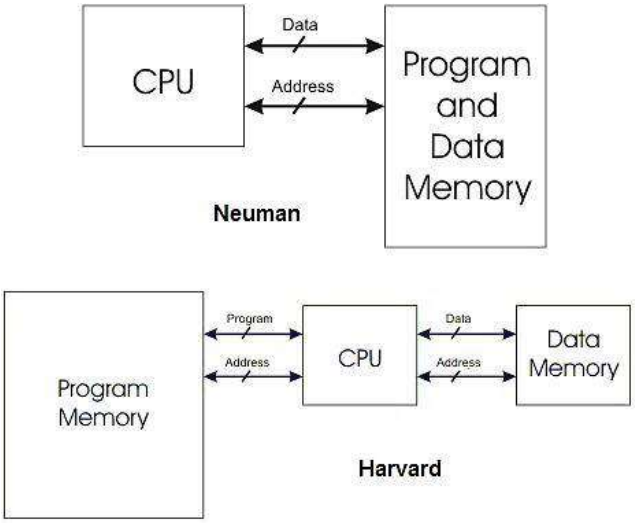
[1] Pipelining
[2] Execute
[3] pipelining

جدول ۳-۲: پایپ لاین های AVR

Instr.No.	Pipeline Stage						
1	IF	ID	EX				
2		IF	ID	EX			
3			IF	ID	EX		
4				IF	ID	EX	
5					IF	ID	EX
Clock Cycle	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**

۳-۲- معماری حافظه در AVR

در میکروکنترلرهای AVR از معماری «هاروارد» استفاده شده است بطوریکه در این معماری حافظه میکروکنترلر به دو قسمت حافظه برنامه (از نوع Flash) و حافظه داده (از نوع EEPROM) تقسیم می شود و هر کدام از این دو حافظه از گذرگاه مجزا استفاده می کنند. معماری هاروارد در مقایسه با معماری سنتی فون نیومن سریع تر است. شکل زیر تفاوت دو معماری را نشان می دهد.



شکل ۳-۲: انواع حافظه های AVR

۳-۳-معرفی دیگر واحدهای میکروکنترلرهای AVR

۳-۳-۱-واحد ورودی/خروجی

این واحد وظیفه ارتباط میکرو با محیط پیرامون را به صورت موازی[1] برقرار می کند. اساسا ارتباط میکرو با محیط پیرامون به دو شکل موازی و سریال صورت می گیرد. واحد ورودی/ خروجی به صورت موازی و واحد ارتباط سریال به صورت سریال با محیط پیرامون میکرو در ارتباط است این واحد که با آن پورت نیز گفته می شود، دارای چند رجیستر و بافر است و در نهایت به صورت پایه (پین Pin) از میکرو خارج می شود. در میکروکنترلر های AVR با توجه به نوع و سری میکروکنترلر تعداد آنها بین ۱ تا ۱۰ پورت متفاوت می باشد. پورت ها در AVR به صورت PORTA، PORTB،PORTC و... نامگذاری می شود. هر پورت ۸ بیت دارد که به صورت PORTX.0 تا PORTX.7 نامگذاری می شود [۶].

۳-۳-۲-واحد کنترل کلاک ورودی

این واحد وظیفه تامین کلاک میکرو را بر عهده دارد. منابع کلاک میکرو به دو دسته منابع کلاک خارجی و کلاک داخلی تقسیم می شود. همانطور که می دانید پالس کلاک یک پالس منظم و دارای فرکانس ثابت است که تمامی واحدهای میکرو با لبه های آن پالس کار می کنند .برای تولید پالس کلاک به دو چیز احتیاج می باشد یکی کریستال و دیگری اسیلاتور. خوشبختانه در این واحد هم اسیلاتور وجود دارد و هم کریستال اما بر حسب نیاز به داشتن فرکانس های مختلف احتیاج به اسیلاتور خارجی و یا کریستال خارجی نیز داریم. بنابراین منابع کلاک در میکروکنترلر های AVR به صورت زیر است:

منبع کلاک خارجی: در این حالت از اتصال منبع کلاک با فرکانس مشخص به پایه X1 میکرو استفاده می شود. در این حالت پایه X2 آزاد است.

[1] Parallel

کریستال خارجی: در این حالت از اتصال یک کریستال با فرکانس مشخص و دو عدد خازن بین پایه های X1 و X2 استفاده می شود. جنس بلور این کریستال ها معمولا کریستال کوارتز است. در این حالت از اسیلاتور داخل میکرو استفاده می شود.

RC اسیلاتور داخلی: RC اسیلاتور داخلی یک خازن و یک مقاومت است که با فرکانس مشخصی نوسان می کند .در این حالت هر دو پایه X1 و X2 آزاد است.

۳-۳-۳-واحد تایمرها و شمارنده ها[1]

در این واحد از یک سخت افزار خاص چندین استفاده متفاوت می شود. این سخت افزار خاص شامل چند رجیستر و چند شمارنده هستند که کارایی های متفاوتی دارند. کاربرد این واحد به عنوان تایمر، کانتر، RTC[2] و PWM[3] می باشد. رجیستر اصلی مورد استفاده در این واحد رجیستر تایمر نام دارد. اگر یک پالس ورودی منظم (مانند تقسیمی از پالس کلاک میکرو) به این واحد اعمال کنیم، رجیستر تایمر شروع به زیاد شدن کرده و در زمان مشخصی پر و سرریز می شود. بنابراین میتوان با تنظیم مناسب پالس ورودی به این واحد زمان های مختلف را ایجاد کرد. اگر پالس ورودی تایمر را طوری تنظیم کنیم که رجیستر تایمر هر یک ثانیه سر ریز شود، در این صورت RTC یا زمان سنج حقیقی ساخته می شود. در زمان استفاده از RTC به کریستال ۳۲۷۶۸ هرتز که به کریستال ساعت معروف است نیاز داریم. اگر رجیستر تایمر را قبل از سر ریز شدن ریست کنیم، در این صورت میتوان با اعمال پالس خروجی از میکرو یک PWM یا مدولاسیون پهنای عرض پالس را روی یکی از پایه های میکرو داشت. اما اگر پالس ورودی به این واحد نامنظم باشد (مانند پالسی که از بیرون به پایه میکرو اعمال می شود) در این صورت یک شمارنده تعداد پالسهای ورودی روی رجیستر تایمر ساخته می شود [۹].

[1] Timers & Counters
[2] Real -time clock
[3] Pulse Width Modulation

۳-۳-۴-واحد تایمر سگ نگهبان[1]

این واحد متشکل از یک رجیستر تایمر و یک اسیلاتور است که با فعالسازی آن رجیستر تایمر شروع به افزایش می کند تا اینکه سرریز شود. با سرریز شدن رجیستر تایمر سگ نگهبان میکروکنترلر ریست می شود. کاربرد این واحد جهت جلوگیری از هنگ کردن میکروکنترلر است. در پروژه های دارای اهمیت میکرو نباید هنگ کند؛ زیرا ممکن است خطرات و عواقب بدی داشته باشد. این واحد وظیفه دارد در صورت هنگ نمودن میکروکنترلر بلافاصله آن را ریست کند تا در کسری از ثانیه میکرو دوباره شروع به کار نماید.

۳-۳-۵-واحد کنترل وقفه[2]

در هنگام بروز وقفه، پردازنده کار فعلی خود را رها کرده و به اجرای وقفه مورد نظر می پردازد. علت بوجود آمدن واحد کنترل وقفه این است که باعث می شود پردازنده کمتر درگیر شود. در حالتی وقفه وجود نداشته باشد، پردازنده مجبور است طی فواصل زمانی مشخصی چندین بار به واحد مورد نظر سرکشی کرده و بررسی کند که دیتای خواسته شده از آن واحد آماده است یا خیر که اغلب آماده نبوده و وقت پردازنده تلف می شود.

۳-۳-۶-واحد ارتباطی[3]

JTAGیک پروتکل ارتباطی بر روی دستگاه ها می باشد که این توانایی را ایجاد می کند که بتوان برنامه نوشته شده موجود در میکرو را خط به خط اجرا نمود تا در صورت وجود اشکال در برنامه نویسی آن را برطرف و عیب یابی[4] کرد. همچنین میتوان توسط JTAG حافظه Flash، EEPROM، فیوز بیت ها و قفل بیت ها را برنامه ریزی پروگرام[5] کرد.

---

[1] Whatchdog
[2] Interrupt
[3] JTAG (Joint Test Access Group)
[4] Debug
[5] Program

۳-۳-۷- واحد مبدل آنالوگ به دیجیتال[1]

همانطور که میدانید تمامی کمیت های فیزیکی، آنالوگ هستند. کمیت های آنالوگ برای پردازش توسط میکروکنترلر ابتدا می بایست تبدیل به دیجیتال شوند. تبدیل ولتاژ ورودی آنالوگ به کد دیجیتال متناسب با آن ولتاژ ورودی توسط این واحد انجام می پذیرد. مسائلی که در هنگام کار با این واحد درگیر آن هستیم یکی سرعت نمونه برداری و دیگری ولتاژ مرجع[2] است. ولتاژ مرجع در این واحد به عنوان مرجعی برای سنجش ولتاژ آنالوگ ورودی به کار می رود به صورتی که بازه ی مجاز ولتاژ ورودی بین 0 تا VREF است. همچنین سرعت نمونه برداری مسئله ی مهمی است که در بروزرسانی سریعتر اطلاعات نقش دارد.

۳-۳-۸-واحد مقایسه کننده آنالوگ

یکی دیگر از امکانات موجود در میکروکنترلر های AVR واحد مقایسه آنالوگ می باشد که با استفاده از آن می توان دو موج آنالوگ را با هم مقایسه کرد. عملکرد این قسمت مشابه عملکرد آپ امپ در مد مقایسه کننده می باشد با این تفاوت که در صورتی که ولتاژ پایه مثبت از پایه منفی بیشتر باشد، خروجی مقایسه کننده یک می شود.

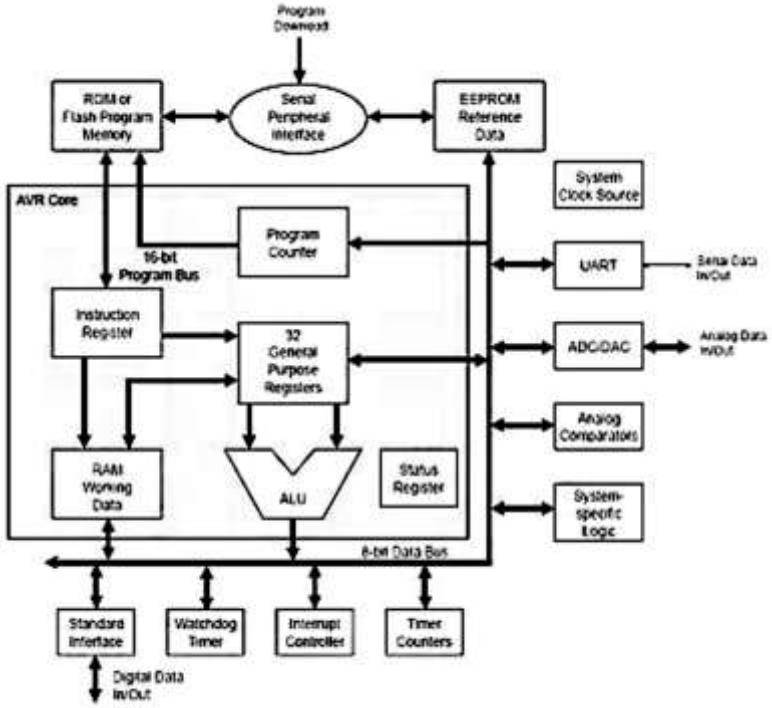
۳-۳-۹-واحد ارتباطات سریال

تبادل دیتا با محیط خارجی میکروکنترلر علاوه بر واحد ورودی/خروجی که به صورت موازی است، می تواند از طریق این واحد به صورت سریال انجام گیرد. مهمترین مسئله در ارتباطات سریال یکی پروتکل ارتباطی و دیگری سرعت ارسال[3] است. پروتکل‌های ارتباطی سریال که توسط میکروکنترلر های AVR پشتیبانی می شود عبارتند از:

[1] ADC (analog-to-digital converter)
[2] VREF
[3] Baud Rate

- **پروتکل spi** دارای سرعت بالا می باشد. از طریق این پورت میکروکنترلر را میتوان پروگرام کرد.
- **پروتکل USART** سرعت متوسط دارد. برای مسافت های طولانی و قطعه های ارتباطی مناسب است.
- **پروتکل TWI** یا پروتکل دوسیمه بیشتر برای ارتباط با المانهای جانبی سرعت پایین است

در ادامه شکل بهتری از کلیه واحدهای یک میکروکنترلر AVR و ارتباط آنها با یکدیگر را مشاهده می کنید. همانطور که از شکل نیز پیداست در پردازنده های AVR پهنای ارتباطی داده[1] دارای ۸ بیت و پهنای ارتباطی برنامه (پهنای دستورالعمل ها) دارای ۱۶ بیت می باشد.



شکل ۳-۳: معماری AVR

۳-۴- انواع زبان های برنامه نویسی و کامپایلرهای AVR

زبان های برنامه نویسی نظیر اسمبلی ، C ، C++ ، بیسیک و. . .

[1] Data Bus

هر کدام از این زبان های برنامه نویسی یک نرم افزار مترجم (کامپایلر) مخصوص به خود را دارند که برنامه در درون آن نرم افزار توسط برنامه نویس نوشته می شود و سپس از طریق سخت افزاری به نام پروگرامر روی میکروکنترلر برنامه ریزی می شود. برای برنامه ریزی میکروکنترلر ها مستلزم دیدگاهی بر تلفیق سخت افزار و نرم افزار هستیم. پس از سالها فکر و بررسی در زمینه برنامه ریزی این نوع المان ها و استفاده از زبان های برنامه نویسی مختلف، زبان برنامه نویسی C به عنوان یکی از بهترین و منعطف ترین زبان های برنامه نویسی در این زمینه معرفی شد. امروزه به جرات میتوان گفت که زبان برنامه نویسی C را می توان برای برنامه ریزی هر نوع میکروکنترلری به کار برد. زبان برنامه نویسی C با قرار گرفتن در سطح میانی بین زبانهای برنامه نویسی دیگر، دسترسی کاربران را هم به بخش های سطح پایین و سطح بالا در برنامه نویسی فراهم می کند. از کامپایلرهای معروف می توان به AVR Studio، CodeVision AVR و Bascom AVR اشاره کرد. ما از کامپایلر زبان C به نام CodeVision AVRاستفاده می کنیم زیرا استفاده از آن به دلیل وجود ساختار (جادوگر کد[1]) راحت تر است.

۳-۴-۱- برنامه ریزی (پروگرام) کردن میکروکنترلرهایAVR

بعد از نوشتن برنامه درون میکروکنترلر نوبت به انتقال آن به میکرو می شود که به آن اصطلاحا پروگرام کردن یا برنامه ریزی می گویند. وسیله ای که به کامپیوتر متصل می شود و توسط آن میکروکنترلر پروگرام می شود را اصطلاحا پروگرامر[2] گویند. برنامه ریزی میکروکنترلر های AVR به سه روش صورت می گیرد: برنامه ریزی سریال، موازی وJTAG برنامه ریزی به روش موازی سریعتر انجام می گیرد اما نحوه انجام کار آن پیچیده تر است. ضمنا تمامی میکروکنترلرهای AVR از برنامه نویسی موازی و برنامه ریزی JTAG پشتیبانی نمی کنند. بنابراین برنامه ریزی سریال که از طریق رابط سریال spiصورت می گیرد و تمامی میکروکنترلر های AVR از آن پشتیبانی می کنند بهترین گزینه است. در برنامه ریزی سریال حافظه فلش از طریق رابط spi پروگرام می شود و برنامه نوشته شده کاربر درون

[1] CodeWizard
[2] Programmer

میکرو قرار می گیرد. برقراری ارتباط بین PC و میکروکنترلر توسط سخت افزار جانبی به نام پروگرامر صورت می گیرد. پروگرامرها انواع مختلفی دارند. پروگرامرها از طریق پورت USB، پورت سریال و پورت پرینتر می توانند به PC وصل شده سپس میکروکنترلر روی پروگرامر قرار میگیرد و اینگونه پروگرام می شود. ساده ترین پروگرامر stk300 نام دارد که به پورت پرینتر کامپیوترهای PC وصل می شود. بهترین نوع پروگرامرهای AVR آن‌هایی است که از رابط USB استفاده می کند.

معروفترین پروگرامرهای موجود در بازار که به پورت USB متصل می شوند میتوان پروگرامرهای stk500، USBasp و isp mk2 را نام برد

۳-۴-۲-معرفی کامپایلر[1] های میکروی AVR و زبان های برنامه نویسی

زبان های برنامه نویسی به سه سطح کلی تقسم می شوند:

۱. سطح پایین: بیشترین نزدیکی به زبان ماشین. مثل : اسمبلی
۲. سطح میانی: نزدیکی متوسط به زبان ماشین.مثل : زبان سی
۳. سطح بالا: نزدیکی کم به زبان ماشین.مثل : زبان بیسیک

واضح است که کارکردن با زبان های سطح پایین سخت و زبان های سطح بالا آسان می باشد اکنون تعریف کامپایلر، مجموعه دستورالعمل هایی است که برای پردازنده قابل فهم است و وابسته به معماری CPU نیز می باشد کامپایلر گفته می شود. کامپایلر هایی که میکروی AVR رو پشتیبانی میکنند عبارت اند از:

- Bascom AVR زبان بیسیک
- Codevision AVR زبان C

[1] Compiler

- Atmel Studio زبان اسمبلی و C ++
- Keil زبان C
- IAR زبان C++/C
- MiKroC زبان C
- WinAVR زبان C

۳-۵- برخی از پیکربندی [1]ها

۳-۵-۱- پیکربندی LCD

مشخص کردن اتصال بودن پایه های LCD به میکرو باید مشخص شود.

```
Config LCDPIN = PIN , DB4= Pinb.4 , DB5 = Pinb.5 , DB6= Pinb.6 , DB7 = Pinb.7 , Rs = Pinb.2 , E = Pinb.3
```
(۱-۳)

توسط دستور زیر باید نوع LCD متصل به کنترلر AVR را از نظر اندازه (تعداد سطر و ستون) معرفی نمائید.

```
Config LCD = type
```
(۲-۳)

۳-۵-۲- پیکربندی تایمر یک در مد PWM

```
PWM = 8/9/10
```
(۳-۳)

این مد می تواند به صورت ۸ یا ۹ یا ۱۰ بیتی پیکر بندی شود. فرکانس کار Pwm در بیت های مختلف به صورت زیر است.

[1] Config

f.pwm = f.osc / (510 * prescale) ———- A pwm = 8 bit (۴-۳)

f.pwm = f.osc / (1022 * prescale) ——— A pwm = 9 bit (۵-۳)

f.pwm = f.osc / (2046 * prescale) ——— A pwm = 10 bit (۶-۳)

نکته f.osc : فرکانس کار کنترلر می باشد.

Compare a/b pwm

این گزینه ها نوع تغیرات سیگنال pwm را مشخص می کند که در حالت clear up در حالتی که رجیستر pwm بیشترین مقدار خود را دارد به همان نسبت خروجی بیشترین پهنای خود[۱] را خواهد داشت و بلعکس .حالت clear down در حالتی که رجیستر pwm بیشترین مقدار خود را دارد به همان نسبت خروجی کمترین پهنای خود[۲] را خواهد داشت و بلعکس.حالت dicconnect خروجی آن مد قطع می شود.

(۷-۳)

Config timer1= pwm = 8/ 9/ 10 , prescale = 1/8/64/256/1024 , Compare a pwm = clear up / clear down / disconnect , Compare b pwm = clear up / clear down / disconnect

۳-۵-۳- پیکربندیADC

Single : این مد زمانی استفاده می شود که عمل تبدیل تنها زمان فراخوانی با دستور Getadc انجام می شود و این مد تنها برای کانال ۰ (Adc0) قابل اجراست.

[۱] موجdc
[۲] فر ولت

Free: این مد به حالت دائم عمل تبدیل را انجام می دهد و مقدار تبدیل را در رجیستر Adcd قرار می دهد. این مد تنها برای کانال ۰ (adco) قابل اجراست.

Prescaler: با قرار دادن گزینه Auto میکرو به صورت هوشمند بهترین کلاک برای Adc تعیین می کند.

State : حالت های ولتاژ مرجع را مشخص می کند و گزینه های Off برای خاموش کردن ولتاژ مرجع داخلی و اتصال ولتاژ مرجع به پایه Aref گزینه Avcc برای استفاده از پایه Avcc به عنوان ولتاژ مرجع و گزینه Internal برای استفاده از ولتاژ مرجع 2.56 v داخلی می باشد.

```
Config Adc = Single|Free , Prescaler = Auto , Reference = State
```
(۸-۳)

۳-۵-۴ - پیکربندی UART

فقط در اول برنامه باید نرخ سرعت بادریت[1] تعیین شود[۴].

X : مقادیر استاندارد مانند: ۱۲۰۰-۲۴۰۰-۴۸۰۰-۹۶۰۰-۱۹۲۰۰-۲۸۸۰۰-۳۸۴۰۰-۵۷۶۰۰-۱۱۵۲۰۰

```
$ baud = x
```

[1] Baud Rate

۳-۶ - تنظیم فیوز بیت CKSEL

مهمترین فیوز بیت یک تراشه AVR است که تعیین کننده نوع اسیلاتور و مقدار فرکانس کار میکرو می باشد فیوز بیت CKSEL حالت های مختلفی برای تعیین اسیلاتور و فرکانس میکرو وجود دارد که عبارتند از:

۱. استفاده از کریستال خارجی فرکانس بالا
۲. استفاده از کریستال خارجی فرکانس پایین
۳. استفاده از مدار RC خارجی
۴. استفاده از مولد کلاک خارجی
۵. استفاده از مدار RC کالیبره شده داخلی

که هر کدام نیاز به تنظیم نمودن خاصی از فیوز بیت CKSEL را دارد که در جدول ۳-۳ این تنطیمات فیوز بیت CKSEL را مشاهده می کنید.

جدول ۳-۳: تنظیمات فیوز بیت ها CKSEL

Device Clocking optiom	CKSEL3..0
External Crystal/Ceranmic Resonator	1111-1010
External low-frequency crystal	1001
External RC Oscillator	0100-0001
External Clock	0000

۳-۷- مختصری توضیحی راجع به دستورات AT Command

برای برقراری ارتباط با این ماژول ها از پورت سریال و نوعی زبان دستور خاص موسوم به AT Command استفاده می کنیم

در واقع AT Command ها مجموعه ای از دستورات هستند که از طریق ارسال انها بوسیله ی پورت سریال می توان رفتار ماژول را کنترل کرد.پیشوند At یا at باید در ابتدای همه ی این دستورات نوشته شود.و برای اجرا شدن هر دستور باید یک کارکتر Enter نیز اعمال شود. شکل کلی فرایند اجرای یک دستور و نتیجه ی حاصل از آن در زیر نشان داده شده است.

<CR><LF><response><CR><LF> (۹-۳)

که در آن CR[1] معرف Ente و هم چنین LF[2] معرف عبارت سر خط و response معرف نتیجه ی حاصل از ارسال دستور است. و هم چنین دو کارکتر CR و LF هیچگاه قابل مشاهده نیستند

۳-۷-۱ - چند نکته پیرامون استفاده از AT Command ها

این دستورات برای دستور دادن به ماژول های بلوتوث، وای- فای و سیم کارت از طریق پورت سریال می باشد برای برقراری ارتباط با این ماژول ها از پورت سریال به نوعی زبان دستور خاص موسوم به AT Command استفاده می کنیم.

در واقع AT Command ها مجموعه ای از دستورات هستند که از طریق ارسال آنها بوسیله ی پورت سریال می توان رفتار ماژول ها را کنترل کرد.پیشوند At یا at باید در ابتدای همه ی این دستورات نوشته شود.و برای اجرا شدن هر دستور باید یک کارکتر Enter نیز اعمال شود.

مثلا AT+CMGS

در حالت کلی می توان دستورات را به سه دسته تقسیم کرد

۱. پایه
۲. پارامترهای S
۳. پیشرفته یا گسترش

[1] carriage Return
[2] Line Feed

دستورات در حالت پیشرفته می توانند در چهار حالت استفاده شوند در جدول ۳- ۴ می توانید نحوه ی نگارش این چهار حالت را مشاهده نمایید.

جدول ۳- ۴: می توانید نحوه ی نگارش چهار حالت دستورات پیشرفته

حالت	شکل دستور	توضیح
حالت تست	AT+<x>=?	این حالت تمام پارامتر ها و رنج تنظیمات ممکن دستور را بر می گرداند
حالت خواندن	AT+<x>?	این حالت تنطیمات و پارامترهای جاری دستور را برمی گرداند
حالت نوشتن	AT+<x>=<Valua>	این حالت تنظیمات کاربر رت برای دستور لحاظ می کند
حالت اجرایی	AT+<x>	این حالت پارامترهای ایجاد شده بوسیله ی پروسه های داخلی ماژول را بر می گرداند

۳-۷-۲- دستورات مهم برنامه نویسی AT Command

اکنون که به نحوه ای اتصال پایه های ماژول SIM900 اشنا شدیم زمان آن رسیده که طریقه دستور دادن به ماژول sim900 را بررسی نماییم .

دستور AT+CMGD

این دستور پیام کوتاه را حذف می کند.

دستور AT+CMGR

توسط این دستور پیام مورد نظر را می خوانیم

تذکر بسیار مهم: بعد از اولین باری که ماژول را روشن کردید حتما باید پیشوند AT یا at را ۲ تا ۵ مرتبه وارد برای ماژول SIM900 ارسال کنید

در صورتی که ماژول دائما پیام Call Ready رو از طریق پورت سریال ارسال کند دلیل آن کمبود جریان مدار است

۳-۸- برنامه نوشته شده یرای قسمت SMS به همراه توضیحات

```
$regfile = "m8def.dat"
```

معرفی میکرو

```
$crystal = 8000000
```

مقدار فرکانس کاری از میکرو

```
$baud = 9600
```

تایین سرعت بادرید جهت ارتباط سریال

```
Config Pind.3 = Input
Config Pinb.7 = Input
Config Pinb.0 = Output
Config Pind.5 = Output
Config Pind.6 = Output
Config Pind.7 = Output
Config Portc = Output
```

مشخص کردن ورودی و خرجی ها میکرو

```
Declare Sub Ms
Declare Sub Fs
```

```
Declare Sub Gs
```

معرفی کردن زیر برنامه های

```
Dim A As String * 1
Dim B As String * 160
Dim C As String * 160
Dim D As Byte
```

مشخص کردن متغیر ها و نوع انها که در حافظه ذخیره می شوند

```
Do
```

شروع حلقه تکرار Do

```
If  Pind.3 = 1 Then
Set Portb.0
```

شرط روشن بودن ماژول Sim900

```
Wait 1
Reset Portb.0
Wait 5
Print "AT"
Wait 2
Print "ATi"
Wait 2
Print "AT+CMGD=1"
Set Portd.6
```

```
Wait 2
Print "AT+CREG?"
Wait 2
Print "ATE0"
Wait 2
Print "AT+CNMI=1,1,0,0,0"
Wait 2
Print "AT+CMGF=1"
Wait 2
Reset Portd.6
Set Portd.7
Exit Do
Else
Reset Portb.0
End If
Loop
```

این شرط ها و تاخیر ها ماژول را اماده به کار کرده و همچنین نمایش حالت های ماژول Sim900 روی LCD نمایش می دهد

```
Do
If  Pinb.7 = 0 Then
Set Portd.5
Set Portd.6
```

End If

این شرط اماده بودن ماژول Sim900 برای دریافت SMS جهت نمایش روی LCD اطلاع

می دهد

If Portd.5 = 1 Then

شرط امدن SMS

Fs

زیر برنامه دریافت SMS

Ms

زیر برنامه خواندن اس ام اس و

C = Mid(b , 69 , 17)

دستور های داده شده از طرق کابر توسط SMS را اماده استفاده کرده

Portc = D

رفتن به زیر برنامه پاک کردن اس ام اس

End If

Loop

پایان حلقه تکرار do

Sub Fs

شروع زیر برنامه اماده کردن ماژول برای خواندن SMS

```
Wait 3
B = “ ”
C = “”
Cls
Print “AT+CMGF=1”
Wait 1
Print “AT+CMGR=1”
End Sub
```

پایان زیر برنامه اماده کردن ماژول برای خواندن SMS و رفتن به ادامه برنامه اصلی جهت ادامه برنامه

```
Sub Ms
```

شروع زیر برنامه خواندن SMS امده

```
B = ""
Do
A = Inkey()
B = B + A
If  A = "." Then Exit Do
Loop
```

SMS امده را کارکتر به کارکتر دریافت کرده و در متغیر B ذخیره می کند

```
End Sub
```

پایان زیر برنامه خواندن SMS امده و رفتن به ادامه برنامه اصلی جهت ادامه برنامه

```
Sub Gs
```

شروع زیر برنامه پاک کردن SMS امده از حافظه سیم کارت

```
Wait 1

Print "AT+CMGD=0,4"

Wait 3

Reset Portd.5

Reset Portd.6
```

SMS امده را پاک کرده و جهت نمایش بر روی LCD اطلاع می دهد

```
End Sub
```

پایان زیر برنامه پاک کردن SMS امده از حافظه سیم کارت و رفتن به ادامه برنامه اصلی جهت ادامه برنامه

```
End
```

۳-۹- استاندارد ارتباط سریال RS232

این نوع ارتباط بین ماژول های موجود جهت دستور دادن به ماژول به کار گرفته می شود و در واقع میکرو توسط این رابط به ماژول دستور داده و پس از دریافت دستور از سوی ماژول کار مورد نظر را انجام داده در زیر توضیح مختصری درباره این نوع ارتباط اورده شده است

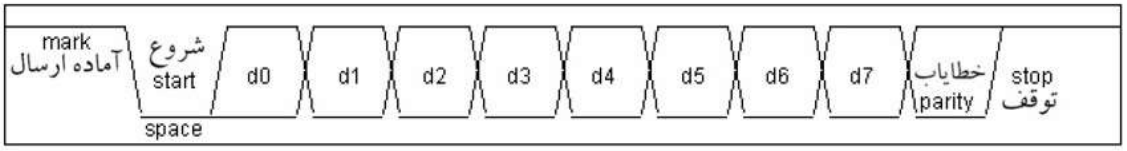
پورت سریال استاندارد یکی از عمومی ترین ارتباطات خارجی تا چند سال اخیر بوده با وجود این که امروزه وسایل ارتباط خارجی سریع تری مانند پارالل ، USB و... امده اما هنوز در صنعت و پایشگر ها از ارتباط سریال استفاده فراوانی می شود و مهم ترین دلایل آن

۱. پشتیبانی تمامی دستگاه ها صنعتی مانند PLC، درایوها و یا پایشگر ها از این نوع ارتباط

۲. ارزان بودن نحوه اتصال (با دو سیم)

۳. سرعت بالا و مقابله با نویز

به این نوع ارتباط دو سیمه یا غیر هم زمان گفته میشود برای داشتن ارتباط باید دو نوع دستگاه که قرار است با هم از طریق پورت سریال ارتباط برقرار می کنند باید سرعت بادرید در فرستنده و گیرنده 3 تا ۵ درصد متفاوت باشند لازم به ذکر است که این سرعت با سرعت انتقال بیت[1] متفاوت است نحوه ای انتقال با پورت سریال به این صورت است که ابتدا یک سیگنال ممتد بالا[2] که ولتاژ آن منفی می باشد اغاز شده سپس بیت شروع ارسال شده که ولتاژ آن مثبت بوده سپس ۷ یا ۸ بیت اطلاعات [3] ارسال شده و در نهایت بیت خطایاب[4] جهت اطمینان از صحت ارسال شدن اطلاعات بیت ها فرستاده می شود. پس از فرستادن بیت خطا یاب یک یا چند بیت توقف ارسال میشود . نحوه ارسال به این گونه است که اگر بیتی یک باشد با ولتاژ منفی و برای بیت صفر ولتاژ مثبت ارسال می شود.طریقه کار بیت خطا یاب به این صورت است که در صورتی که مجموع بیت های یک ارسال شده زوج باشد ، برابر ۱ و در غیر این صورت برابر صفر می شود در شکل۳-۴ عکس طریقه ارسال اطلاعات از پورت سریال را مشاهده می کنید.



شکل ۳- ۴: عکس طریقه ارسال اطلاعات از پورت سریال

مشخص است که اطلاعات در پورت سریال به صورت بیت های پشت سر هم دریافت می شوند و میدانید که یک بیت برای دریافت کننده به تنهایی معنایی ندارد در اینجا از UART که یک بافر ست

[1] Bit Rate
[2] Mark
[3] Data
[4] Parity

استفاده میشود تا این بیت ها دریافتی هنگامی که تعداد شان به یک بایت رسید انها را جهت پردازش ارسال می کنند. در شکل ۳- ۵ طرز کار UART نشان داده شده است. [۴]

شکل ۳- ۵: طرز کار UART

۳-۱۰-چگونه درست کردن تغذیه مورد نیاز هر ماژول

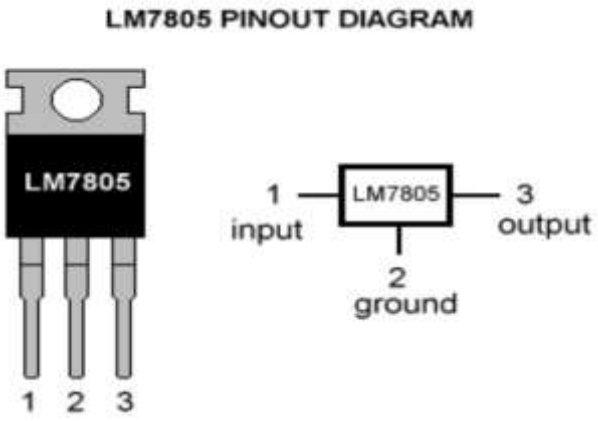
در این پروژه نیاز به چهار منبع تغذیه متفاوت وجود دارد ۵ ولت برای میکروها، ۳.۳ ولت برای ماژول های بلوتوث و وای فای، ۱۲ ولت برای رله ها و همچنین ۴.۳ ولت برای ماژول Sim900 نیاز است.

۳-۱۰-۱- برای رله ها

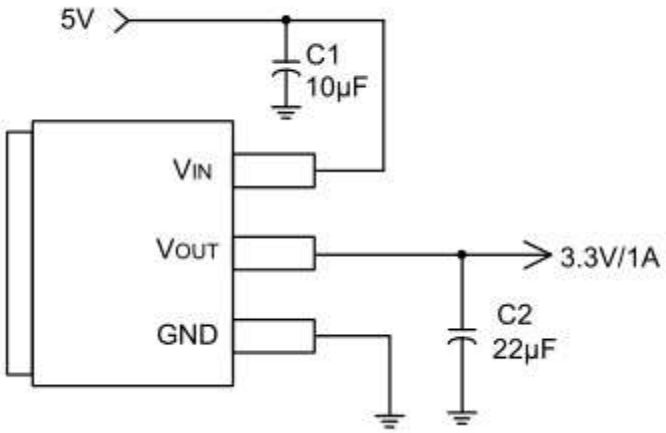
برق را مستقیم از ترانس ۲۲۰ به ۱۲ تبدیل کرده سپس توسط پل دیود آن را به DC تبدیل می کنیم.

۳-۱۰-۲ -برای میکرو ها و بلوتوث

از قطعه اکترونیکی ۷۸۰۵ استفاده میکنیم این قطعه الکترونیکی با اعمال ورودی ولتاژ ۶ تا ۳۵ ولت خروجی ۵ ولت بدن نویز با جریان یک امپر میدهد در شکل ۳-۶ شماتیک اتصال این قطعات الکترونیکی را مشاهده می کنید [۸].



شکل ۳- ۶: شماتیک رگولاتور ۷۸۰۵



شکل ۳- ۷: شماتیک رگولاتور ۱۱۱۷

۳-۱۱- سنسور دما

به جهت اندازه گیری و ثبت دمای یک محیط و ارسال آن از یک ندازه گیر یا سنسور حرارت استفاده می‌شود. باید توجه داشت صرف اندازه گیری دمای محیط کافی نیست بلکه به منظور مانیتور کردن دمای محیط ثبت دما امری ضروریست. سنسورهای حرارت را می توان بطور کلی به دو گروه تماسی و غیر تماسی تقسیم کرد.

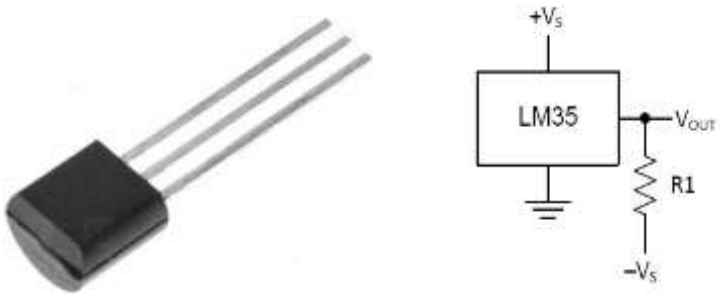
تماسی[1] برای اندازه گیری دمای محیط در واقع دمای خودش را را اندازه گیری می کند. طـی تمـاس این نوع سنسورها به شئ تحت کنترل یا قرار گرفتن آن در محیط تحت اندازه گیری، تعـادل گرمـایی بین سنسور و محیط ایجاد میشود. در این حالت جریان گرما[2] بین محیط و سنسور وجود ندارد.

در سنسورهای حرارتی غیر تماسی آنچه سنجیده می شود توان حرارتی مادون قرمز یا نوری متصـاعد شده ای است که از یک سطح (یا جسم) با مساحت (یـا حجـم) مشـخص یـا قابـل محاسـبه دریافـت می گردد.

ترموکوپلها TC، مقاومتهای RTD و PRT، ترمیستورها، بـی متالهـا، ترمومترهـای شیشـه ای،از انـواع سنسور های تماسی هستند که کاربردهای فراوانی نیز دارند.

ترموسنسورهای غیر تماسی نیز شامل ترمومترهای IR (مادون قرمز) و لیزری، تصویربرداری حرارتی و انواع طیف سنجهای نوری است.

۳-۱۱-۱- سنسور دما lm35



شکل ۳-۸: نمایی از سنسور دما مدل LM35

این سنسور دارای سه پایه می‌باشد:

[1] Contact Sensor
[2] Heat Flow

اولین پایه، سمت چپ (vcc) می‌باشد که به ۵ ولت وصل می‌شود.

پایه وسط، ولتاژ خروجی(Vout) است که به میکروکنترلر متصل می‌شود.

پایه سوم، زمین (GND) سنسور است.

محدوده دمایی که این **سنسور** قادر به انداه گیری آن می‌باشد بین ۵۵- تا ۱۵۰+ درجه سانتیگراد است و این سنسور به ازای هر درجه سانتیگراد ۱۰ میلی ولت ولتاژ خروجی را تغییر میدهد . یعنی به ازای دمای ۱ درجه ، ولتاژ خروجی سنسور ۱۰ میلی ولت و به ازای ۱۰۰ درجه خروجی سنسور ۱۰۰۰ میلی ولت می‌باشد. از آنجا که مبدل آنالوگ به دیجیتال داخل میکروکنترلر مانند میکرو AVRده بیتی است و ولتاژ مرجع آن بین صفر تا ۵ ولت است در نتیجه ولتاژ اندازه گیری شده را به ۱۰۲۴ قسمت تقسیم می‌کند پس می تواند سنسور دمای مورد نظر ما را به راحتی با دقت ۰٫۵ درجه سانتیگراد بخواند .

برخی دیگر از مشخصات فنی سنسور:

این سنسور از نوع آنالوگ می‌باشد.

خروجی ۱۰ mv به ازای هر درجه سانتیگراد دارد.

دارای اندازه گیری دقیق به درجه سیلسیوس (سانتیگراد) است.

عامل مقیاس خطی 10.0 +mV/°C را دارا می‌باشد.

دارای دقت تضمینی تا ۰.۵ درجه سانتیگراد می‌باشد.

مجاز برای درجه حرارت ۵۵– تا ۱۵۰+ درجه سانتیگراد است.

مناسب برای کاربردهای متحرک است.

هزینه پایین به دلیل استفاده از لوازم wafer-level دارد.

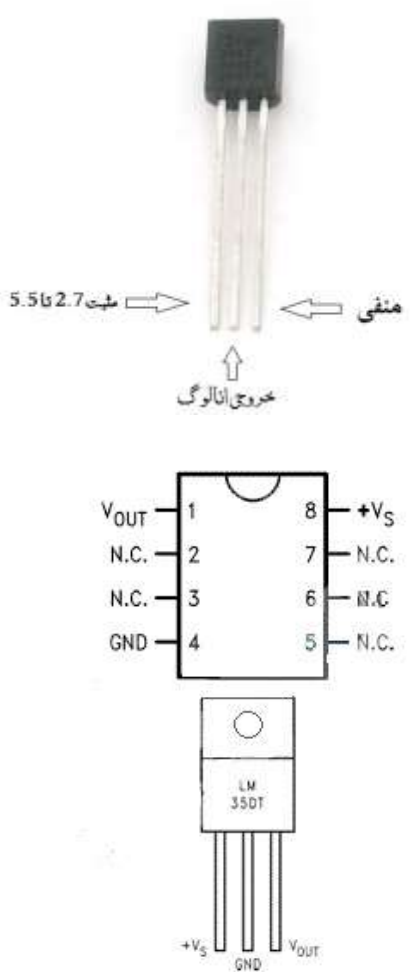
ولتاژ کاری آن از ۴ تا ۳۰ ولت می‌باشد.

جریان مصرفی کمتر از ۶۰ میلی آمپر دارد.

دارای خود گرمایی پایین، ۰.۰۸ درجه سانتیگراد در هوای ساکن است.

شاخص غیر خطی در ۱,۴ ± درجه سانتیگراد است.

یک نمونه کاربرد این سنسور به این صورت است که تغییرات ولتاژ در این المان توسط آی سی LM131به تغییرات فرکانس تبدیل می‌شود .



شکل ۳-۹: دیتاشیت سنسور حرارت lm35

کاربرد سنسور :

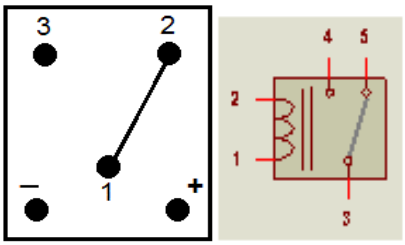
۱-در بعضی از پروژه‌ها مانند سیستم‌های تهویه مطبوع به دلیل مهم بودن دمای هوای در حال جریان، در کانال عبوری هوا از سنسورهای دمای متعددی استفاده می‌شود.

۲- می‌توان با سنسور lm35 اندازه‌گیری و رسم منحنی دقیق میزان رطوبت را داشته باشیم. با توجه به رابطه ای که بین میزان رطوبت و دما می‌باشد می‌توان برای رسم صحیح منحنی رطوبت، از سنسور دمای lm35 استفاده نمود که در واقع برای رسم منحنی و مانیتورینگ از نرم افزار لب ویو استفاده کرد.

۳- کنترل دمای تماسی بعضی تجهیزات مانند ترموالکتریک یا بدنه موتور و یا هیت سینک و ... را می‌توان داشت.

۳-۱۲- رله الکترونیکی ۵ پایه

رله کلیدی الکترومغناطیسی است که با هدایت یک مدار الکتریکی دیگر باز و بسته می شود و توسط جوزف هنری در سال ۱۸۳۵ اختراع شد.



شکل ۳-۱۰: نمایش پایه های رله پنج پین

رله‌ها شامل سیم پیچ هسته آهنی و صفحه پلاتین می‌باشند. ممکن است فنر نیز به صفحه پلاتین متصل باشد و یا اینکه خود صفحه پلاتین حالت فنری داشته باشد. (مطابق شکل ۳-۱۰) در گذشته رله‌ها مغناطیسی بوده و برای باز و بسته کردن مدار بکار می‌بردند ولی امروزه بسیاری از رله‌ها به صورت حالت جامد ساخته می‌شوند و اجزای متحرک ندارند.

رله در لغت به معنای تقویت کردن می باشد. دلیل این نامگذاری این است که رله می تواند جریانی قوی تر از جریان ورودی را هدایت کند پس به معنی وسیع‌تر می‌توان آن را نوعی تقویت کننده دانست.

۳-۱۲-۱- عملکرد

هنگامی که جریان نسبتا ضعیفی وارد سیم پیچ می شود سیم پیچ و هسته آهنی تبدیل به آهنربا می گردد و پس از غلبه بر فنریت صفحه پلاتین آن را به سمت هسته سیم پیچ حرکت داده و باعث اتصال کنتاکت ها به یکدیگر و عبور جریان اصلی می شود. ملاحظه میشود که رله با جریان برق ضعیفی فعال می گردد.

۳-۱۲-۲- پایه های رله

رله دارای ۵ پایه می باشد که دو پایه آن مربوط به دو سر سیم پیچ بوده که همان پایه ای تغذیه ی رله است و وقتی به پایه های ورودی ولتاژ اعمال شود این سیم پیچ میدان آهنربایی به وجود می آورد. این میدان مغناطیسی باعث کشیده شدن کنتاکت بالایی که کنتاکت NC نام دارد به سمت پایین شده و از کنتاکت بالا جدا شده و به کنتاکت یا پایه پایین می چسبد و برق ورودی به خود را از کنتاکت بالا جدا کرده و به کنتاکت پایین که کنتاکت NO نام دارد می رساند.

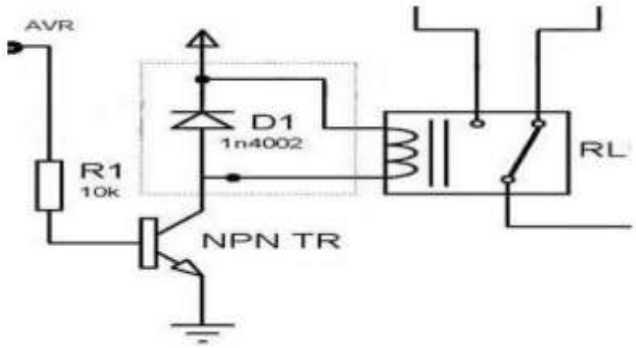
در بازار رله هایی وجود دارند که دارای چند کنتاکت بوده و می توان از آنها برای اتصال چندین مدار دیگر استفاده کرد.

ولتاژ مورد استفاده ی رله ها برای فعال شدن چه AC و چه DC معمولاً بر روی بدنه آنها نوشته می شود که این ولتاژ مقدار ولتاژی است که برای فعال شدن رله باید به ورودی آن اعمال شود و به ولتاژ تحریک [1] معروف است.

[1] Energize

مثلا رله ۶ ولت DC. رله ی ۶ ولت رله ای است که بوبین ورودی آن برای آهنربا شدن نیاز به تغذیه ۶ ولت DC دارد تا بتواند اهرم را حرکت داده و باعث برقراری جریان بین کنتاکتهای خروجی رله شود.

نکته ی مهم: لازم به یادآوری است که رله را مستقیما به ریزواپایشگر وصل نمی کنند. بلکه آن را توسط یک ترانزیستور به میکرو متصل نموده تا عمل سوئیچینگ و تغذیه رسانی بخوبی صورت گیرد. به عبارت دیگر پورت های میکرو و یا در پروژه های مشابهی مثل پورت پارلل (پورت پرینتر) جریان کافی برای راه اندازی رله را ندارد. پس از ترانزیستور برای تقویت جریان استفاده می کنند.



شکل ۳-۱۱: طریق اتصال میکرو به رله

فـصل چهارم

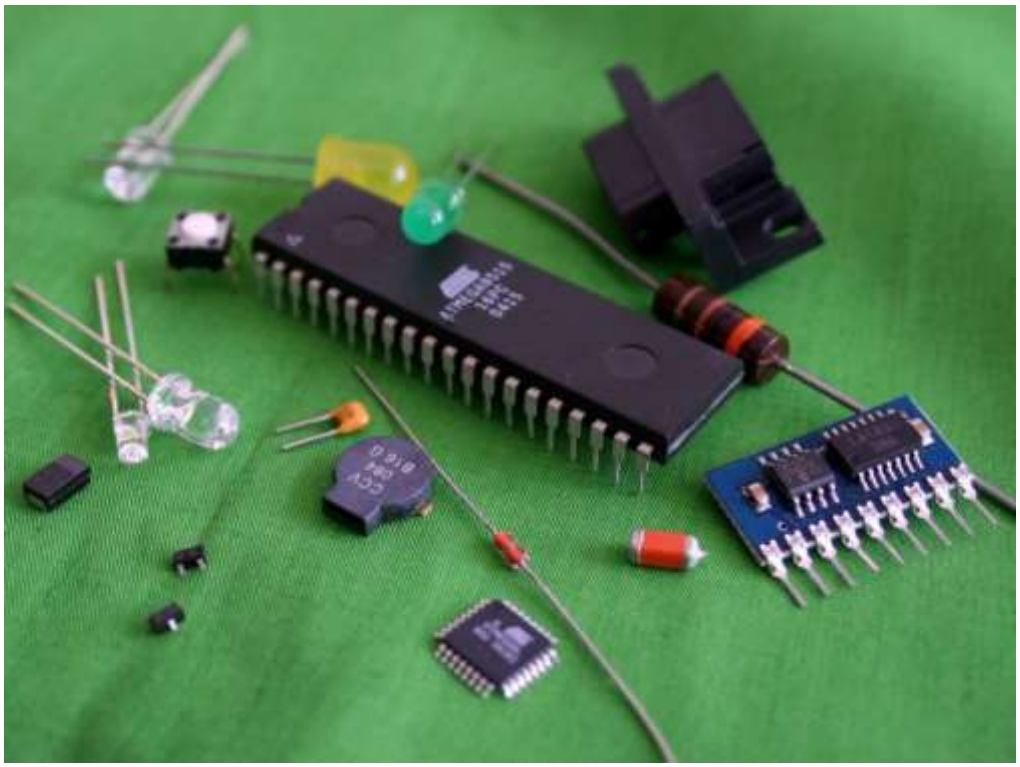
مراحل پیاده سازی و ساخت برد

PCB

فــصل چهارم: مراحل پیاده سازی و ساخت برد PCB

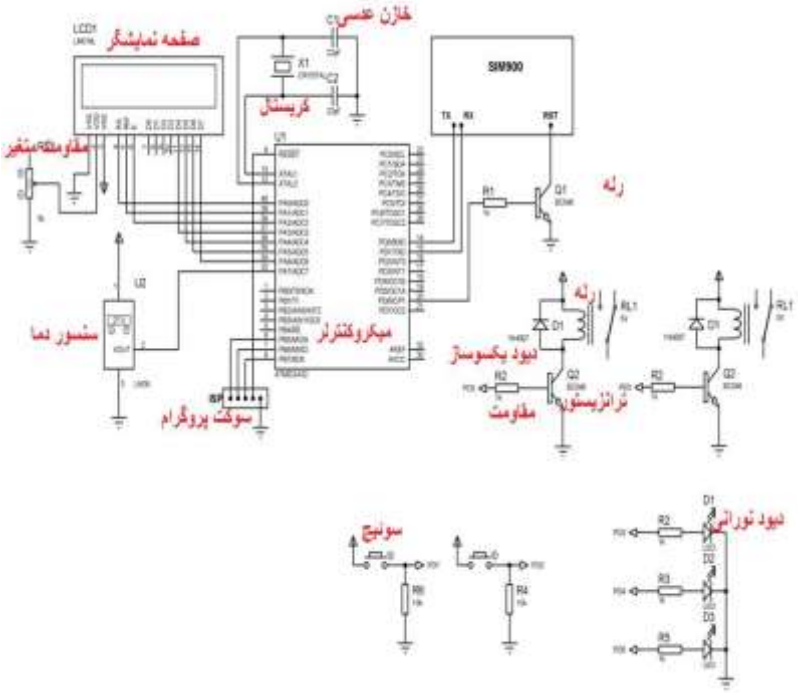
۴-۱- وسایل مورد نیاز در پروژه

- ✓ قطعه جی اس ام SIM 900 ساخت شرکت SIMCOM
- ✓ سنسور دمایLM35
- ✓ ریزواپایشگر AT MEGA 32A ساخت شرکت ATMEL
- ✓ سیمکارت ۶ پین
- ✓ رله ۵ آمپری
- ✓ ال سی دی کارکتری ۲*۱۶
- ✓ منبع تغذیه ۵ ولت ۲ آمپر



شکل ۴-۱: المان های کاربردی در پایان نامه

۴-۱-۱-نقشه کامل مداری پروژه



شکل ۴-۲: مدار کلی دستگاه ساخته شده

۴-۲- شروع کار با قطعه

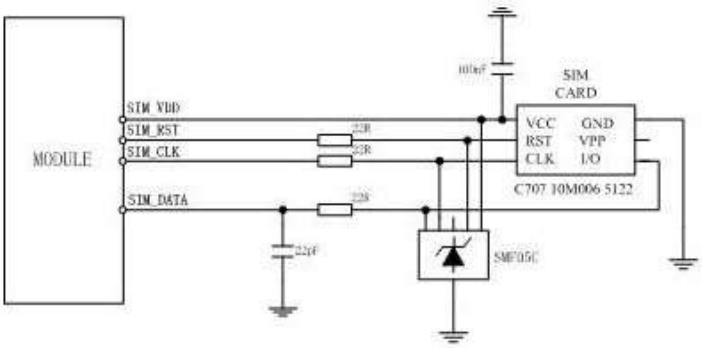
این قطعه دارای تعداد زیادی پایه[1] می باشد به همین دلیل برای کار با قطعه ابتدا باید بردی مخصوص آن طراحی شود و پایه های مورد نیاز از طریق برد اتصال یابد.

برای طراحی برد نرم افزارهای متفاوتی وجود دارد ولی یکی از بهترین نرم افزارهای موجود نرم افزار پروتل[2] می باشد.

بعد از طراحی و ساخت برد مراحل زیر را جهت راه اندازی و کار با قطعه انجام می دهیم.

✓ سیم کارت را طبق شکل زیر به قطعه متصل می کنیم (البته بهتر است برای سهولت در کار در هنگام طراحی برد و در کنار خود قطعه بر روی برد مدار زیر طراحی شود.)

[1] SMD(surface-mount device)
[2] Altium Designer Release (protel)



شکل ۴-۳: طریقه اتصال سیم کارت به قطعه

✓ آنتن مربوط به جی اس ام را متصل می کنیم. (شکل زیر مداری جهت تطبیق امپدانس قطعه با آنتن می باشد و مقادیر مقاومت و خازن در دیتا شیت آن نوشته شده است ولی می توان آنتن را مستقیم نیز متصل کرد.)

هرچه طول آنتن بیشتر باشد گیرندگی آنتن بیشتر می باشد. آنتن های موجود برای این تراشه دارای دو کانکتور معمول UFL و SMA می باشد. در زیر می توانید تصویر این کانکتور ها را مشاهده نمایید.

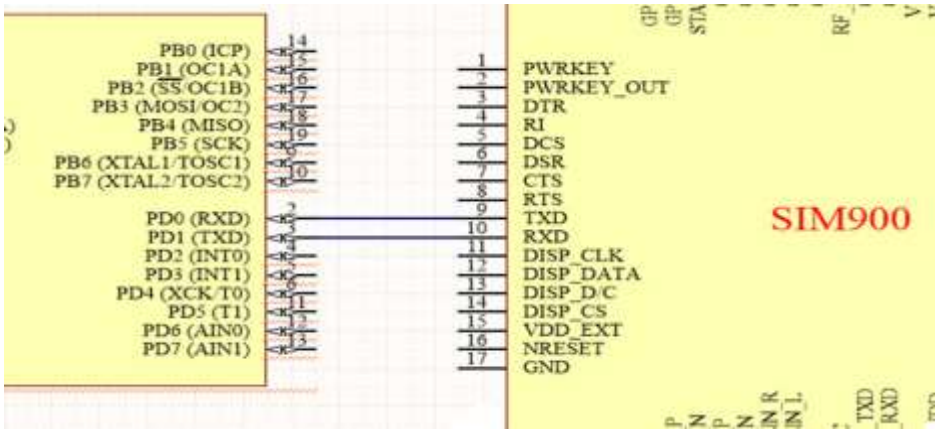
شکل ۴-۴: کانکتورهای (SMA) و (UFL)

جهت ارتباط بین تراشه و سیم کارت از SIMCARD HOLDER استفاده می شود. سیم کارت هلدرها نیز در مدل های مختلفی موجود می باشد که در زیر میتوانید چند تصویر از آنها را مشاهده نمایید.

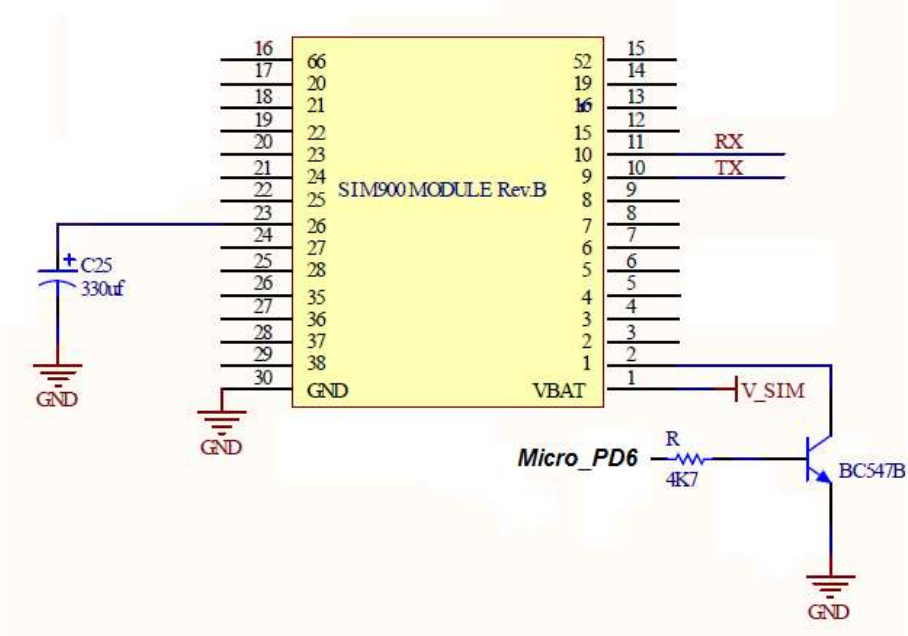
شکل ۴-۵: نگه دارنده سیم کارت

۴-۳- برقراری ارتباط با قطعه

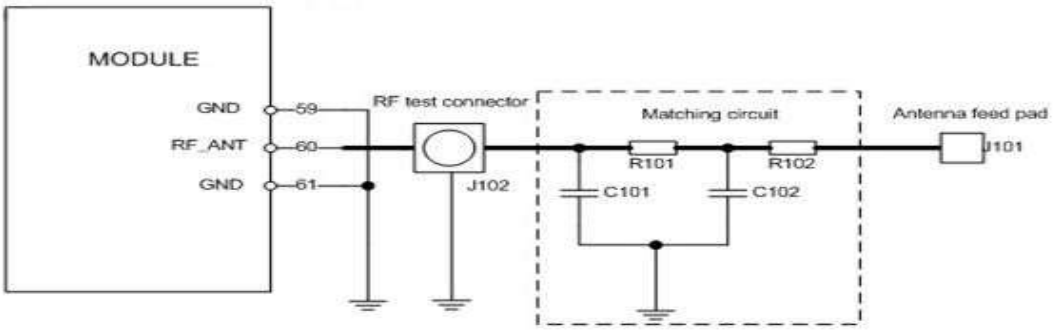
این قطعه برای ارتباط با محیط بیرون از پروتکل UART استفاده میکنه و از دو پایه RX , TX میشه برای ارتباط با پورت سریال کامپیوتر و میکرو استفاده کرد. باود ریت این قطعه به صورت اتوماتیک تنظیم میشه و نیاز به تنظیم نیست.



شکل ۴-۶: برقراری ارتباط قطعه با ریزواپایشگر AVR

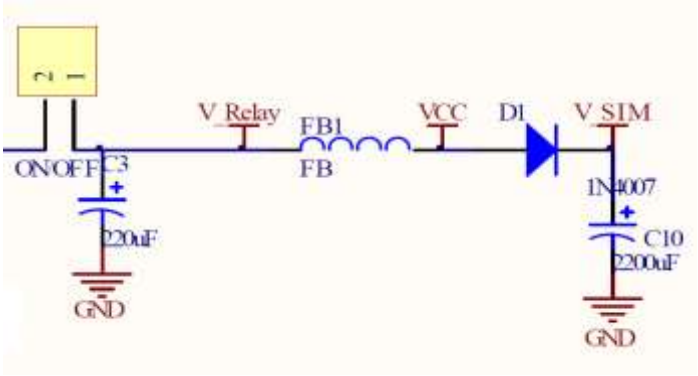


شکل ۴-۷: مدار قطعه مورد استفاده دستگاه



شکل ۴-۸: مدار پیشنهادی جهت اتصال آنتن جی اس ام به قطعه

✓ تغذیه قطعه را متصل می کنیم. میزان ولتاژ مجاز ۲ . ۳ تا ۸ . ۴ ولت می باشد (برای تغذیه‌ی قطعه می توان از مدار پیشنهادی زیر استفاده کرد که دارای یک رگولاتور متغیر با توانایی جریان دهی بالا می باشد)

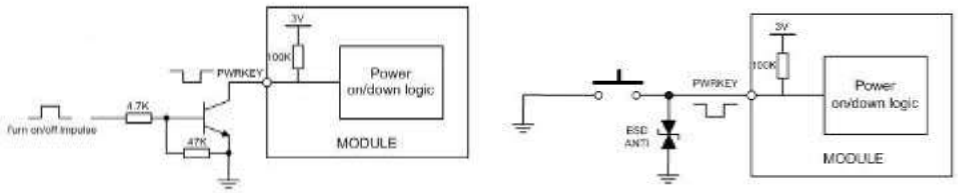


شکل ۴-۹: مدار پیشنهادی جهت تغذیه قطعه

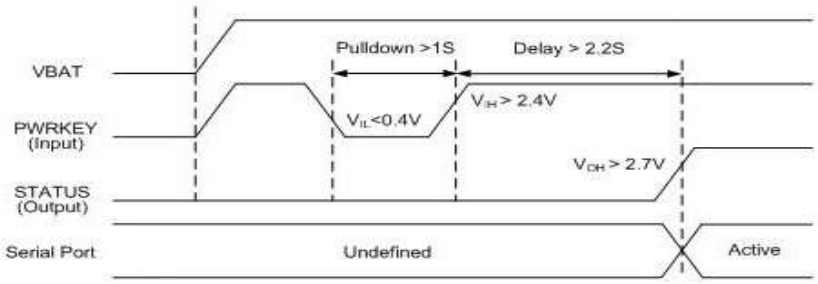
* این قطعه در هنگام متصل شدن به شبکه ۲ آمپر جریان به صورت لحظه ای نیاز دارد به همین دلیل باید این نکته در هنگام انتخاب منبع تغذیه و همچنین در هنگام طراحی برد مورد توجه قرار گیرد.

* در صورتی که نخواهیم از مدار بالا استفاده کنیم برای تامین جریان مورد نیاز می توان از دو خازن با ظرفیت ۱۵۰۰ میکروفاراد و ۱۰۰ نانوفاراد بصورت موازی با تغذیه ی ورودی استفاده کرد.

✓ پایه‌ی شماره ۳ قطعه را به مدت ۱۲۰ میلی ثانیه به زمین متصل می کنیم. (مطابق شکل های زیر)

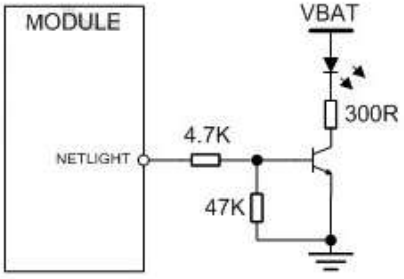


شکل ۴-۱۰: مدارهای پیشنهادی جهت روشن کردن قطعه



شکل ۴-۱۱: وضعیت قطعه در هنگام روشن شدن

در این هنگام LEDهای متصل به پایه های ۵۱ و ۵۲ روشن می شوند و LED متصل به پایه ی ۵۱ شروع به چشمک زدن می کند.



شکل ۴-۱۲: مدارهای پیشنهادی جهت روشن کردن قطعه

با توجه به جدول زیر می توان وضعیت شبکه را دریافت.

جدول ۴-۱: وضعیت شبکه جی اس ام

وضعیت SIM 908	وضعیت LED
قطعه خاموش است.	خاموش
قطعه شبکه را پیدا نکرده است.	۶۴ میلی ثانیه روشن ۶۴ میلی ثانیه خاموش
قطعه شبکه را پیدا کرده است.	۶۴ میلی ثانیه روشن ۳۰۰۰ میلی ثانیه خاموش
قطعه در ارتباط GPRS قرار دارد.	۶۴ میلی ثانیه روشن ۳۰۰ میلی ثانیه خاموش

در صورتی که قطعه شبکه را پیدا کند قطعه آماده کار می شود و می توان با استفاده از دستورات خاص[1] با قطعه ارتباط برقرار کرد.

۴-۴- دستورات لازم جهت کار با قطعهSim900

۴-۴-۱- دستورات AT Command

شرکت سیم کام، شرکت سازنده قطعه SIM900 یک سری دستورات با فرمت خاص را برای ارتباط با دستگاه های مختلف تعیین کرده است که به AT Command معروف می باشند. در واقع AT Command ها مجموعه ای از دستورات هستند که از طریق ارسال آنها به وسیله پورت سریال می تواند رفتار قطعه را کنترل کرد.

برای ارسال پیام نیاز به استفاده از کلید های ترکیبی Ctrl+z داریم. از آنجایی که در برنامه نویسی میکرو فشردن کلید Enter یا Ctrl+z بخشی منتفی است، باید به طریق دیگر اعمال کرد و آن نیز

[1] AT Command

فرستادن کد معادل آن کلید ها به پورت سریال میکرو می باشد. کد چند کلید و کاراکتر مهم در جدول زیر آمده است:

همانطور که گفته شد برای کار با این قطعه نیاز است تا دستورات خاصی را به قطعه ارسال کرد. این قطعه به دلیل کارایی بالا، دارای دستورات بسیار زیاد و گسترده ای می باشد، که با توجه به نیاز می توان از آنها استفاده کرد.

در صفحه بعد دستوراتی که در این پروژه مورد نیاز می باشد بصورت مختصر آورده شده است. با توجه به این که این قطعه دارای پورت سریال می باشد، می توان با اتصال آن به کامپیوتر و با استفاده از نرم افزار مربوط[1] به آن، دستورات مرتبط را آزمایش کرد. تمامی دستورات جدول صفحه بعد در محیط نرم افزار چک شده است و نتایج آن بدست آمده است. در ادامه آموزش چگونگی اتصال قطعه به کامپیوتر و همچنین آموزش نرم افزار مربوط، به همراه شکل های مرتبط با دستورها آورده شده است.

تمام دستورات زیر جهت کنترل قطعه به کار می رود. شکل کلی فرایند اجرای دستورات مطابق شکل زیر می باشد.

<CR> <LF> <response> <CR> <LF> (۱-۴)

CR[2] معرف Enter می باشد و LF معرف عبارت "سر خط[3]" و response معرف نتیجه حاصل از ارسال دستور می باشد. البته باید توجه داشت که کاراکترهای LF و CR هیچ کدام قابل دیدن نیستند.

چند نکته در رابطه با دستورات

- ✓ برای استفاده از دستورات همواره پیشوند AT یا at باید ذکر شود.
- ✓ برای اجرای هر دستور باید Enter زده شود.
- ✓ در حالت کلی هر دستور می تواند به ۴ حالت زیر بکار رود:

[1] Hiper Terminal
[2]. Carriage Return
[3]. Line Feed

جدول ۴-۲: دستورات مربوط به قطعه سیم ۹۰۰

حالت	شکل دستور	توضیح
حالت تست	$At+<x>=?$	این حالت تمامی پارامترها و رنج تنظیمات ممکن دستور را نشان می دهد.
حالت خواندن	$At+<x>?$	این حالت تنظیمات و پارامترهای جاری را نشان می دهد.
حالت نوشتن	$At+<x>=<Value>$	این حالت تنظیمات کاربر را برای دستور لحاظ می کند.
حالت اجرایی	$At+<x>$	این حالت پارامترهای ایجاد شده بوسیله ی پروسه های داخلی قطعه را نشان می دهد.

۴-۴-۲- دستورات مهم و مرتبط با پیام کوتاه

توضیح درباره دستور	دستور	نوع دستور	
جهت دیدن قالب های پیام کوتاه که معمولاً دو نوع TEXT و PDU می باشند.	AT+CMGF=?	AT+CMGF	تعیین قالب پیام کوتاه
جهت دیدن قالب فعلی بر روی قطعه	AT+CMGF?		

جهت تعیین قالب دلخواه می باشد.			<mode>	AT+CMGF=<mode>
	PDU	0		
	TEXT	1		

مشاهده نیستی از انواع پیام های قابل پشتیبانی (که شامل پیام های خوانده نشده و خوانده شده و ارسال شده و ارسال نشده و همه پیام ها می باشد.	AT+CMGL=?	AT+CMGL	نمایش لیست پیام های ذخیره شده از قبل
جهت انتخاب نوع پیام و حالت آن	AT+CMGL=<state>, <mode>	AT+CMGL	

پیام های خوانده نشده	"REC UNREAD"	<mode>	قالب TEXT		
پیام های خوانده شده	"REC READ"				
پیام های ارسال نشده	"STO UNSENT"				
پیام های ارسال شده	"STO SENT"				
همه ی پیام ها	"ALL"				

در دو جدول زیر تمامی دستورات لازم و مرتبط برای آماده سازی قطعه و ارسال و دریافت پیام کوتاه به همراه توضیح مختصری درباره دستور آورده شده است.

جدول ۴-۳: دستور مربوط به پیام کوتاه در سیم ۹۰۰

دستورات لازم جهت کار با قطعه	
توضیح عملکرد دستور	نوع دستور
این دستور جهت تست ارتباط با قطعه می باشد و در ابتدا باید چندین بار به قطعه ارسال شود تا ok دریافت شود.	AT
جهت تست صحت قرار داشتن سیمکارت می باشد.	AT+CPIN?
جهت خاموش کردن قطعه	AT+CPOWD=1
جهت وارد کردن پین سیمکارت	AT+CPIN=<PIN>
جهت تنظیم تاریخ و ساعت قطعه	AT+CCLK="data,time+GMT"
جهت خواندن مقدار پین آنالوگ به دیجیتال قطعه	AT+CADC?
نمایش اپراتور سیمکارت	AT+COPS?

نمایش لیست پیام خای ذخیره شده از قبل	AT+CMGL	AT+CMGL=<state>,<mode>	قالب PDU	<mode>	0	نرمال
					1	بدون تغییر وضعیت در پیام ها
				<mode>	0	پیام های خوانده نشده
					1	پیام های خوانده شده
					2	پیام های ارسال نشده
					3	پیام های ارسال شده
					4	همه ی پیام ها
				<mode>	0	نرمال
					1	بدون تغییر وضعیت در پیام ها
خواندن پیام کوتاه	AT+CMGR	AT+CMGR=?				تست قطعه جهت آماده بودن (در پاسخ به این دستور، ok از قطعه ارسال می شود)
		AT+CMGR=<index>				جهت خواندن پیام کوتاه دریافت شده که در حافظه سیمکارت ذخیره شده است.
				<index>		شماره ی حافظه ای که پیام مورد نظر در آن ذخیره شده که می تواند بین ۱ تا ۱۵ باشد.

ارسال پیام کوتاه	AT+CMGS	AT+CMGS			تست قطعه جهت آماده بودن (در پاسخ به این دستور ok از قطعه ارسال می شود)
		AT+CMGS='NUM'			برای تعیین شماره مقصد
					بعد از فرستادن این دستور به قطعه باید متن مورد نظر را به قطعه ارسال کرد.
حافظ	AT+CMGDA	AT+CMGDA='TYPE"			حذف پیام های خوانده شده
					حذف پیام های خوانده نشده

حذف پیام های ارسال شده					
حذف پیام های ارسال نشده					
حذف پیام های فرستاده شده					
حذف همه ی پیام ها					
حذف پیام های خوانده شده					
حذف پیام های خوانده نشده					
حذف پیام های ارسال شده					
حذف پیام های ارسال نشده					
حذف پیام های فرستاده شده					
حذف همه ی پیام ها					

همانطور که در جدول (۳-۴) مشاهده می کنید دو مد کاری برای پیامک وجود دارد: مد TEXT و مد PDU. تفاوت این دو مد در تعداد کارکترهای ارسالی در هر پیام و نوع فرمت ارسالی می باشد. ما در این پروژه فقط از مد TEXT استفاده می کنیم.

۴-۵- PCB های پروژه

به دلیل تعداد زیاد پایه های قطعه و جهت کاهش حجم مدار دو PCB برای این مدار طراحی گردیده است.

۴-۵-۱- PCB راه اندازی اولیه ی قطعه

شکل۴-۱۳ تصاویر شبیه سازی شده سه بعدی دستگاه می باشد.

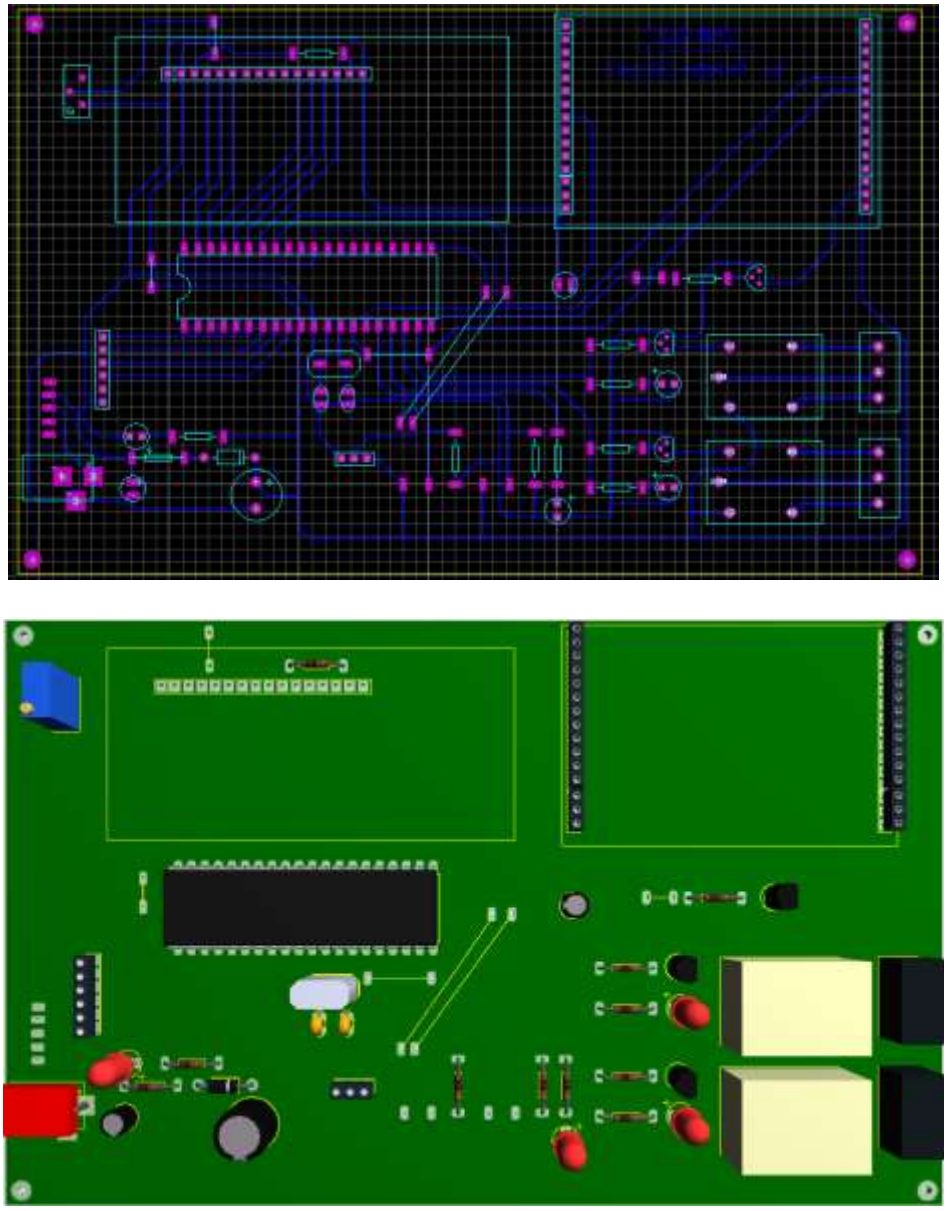
این تصاویر در محیط شبیه ساز پروتئویس و محیط Aress طراحی شده اند.

در این PCB تمامی پین های قطعه به پین هدرهای روی برد متصل بوده و تمامی پایه ها در دسترس می باشد. جهت سهولت در کار اتصالات سیمکارت نیز بر روی این برد قرار داده شده است. شکل ۴-۱۴ این PCB را نشان می دهد.

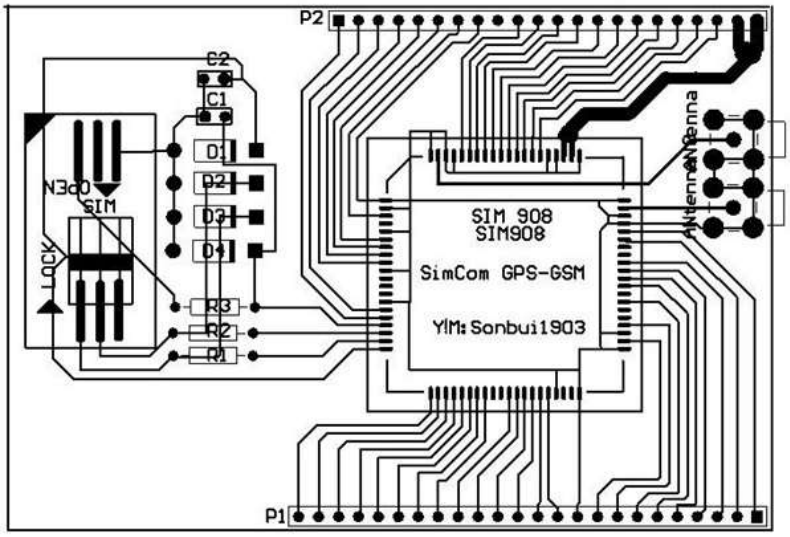
۴-۵-۲- PCB جهت برقراری اتصال تمامی تجهیزات مورد نیاز پروژه

این برد که در زیر برد قبلی قرار می گیرد پایه‌های مورد نیاز قطعه را به میکرو متصل می کند. همچنین سنسور دما و LCD کارکتری و رله و سایر تجهیزات بر روی این برد قرار دارند.

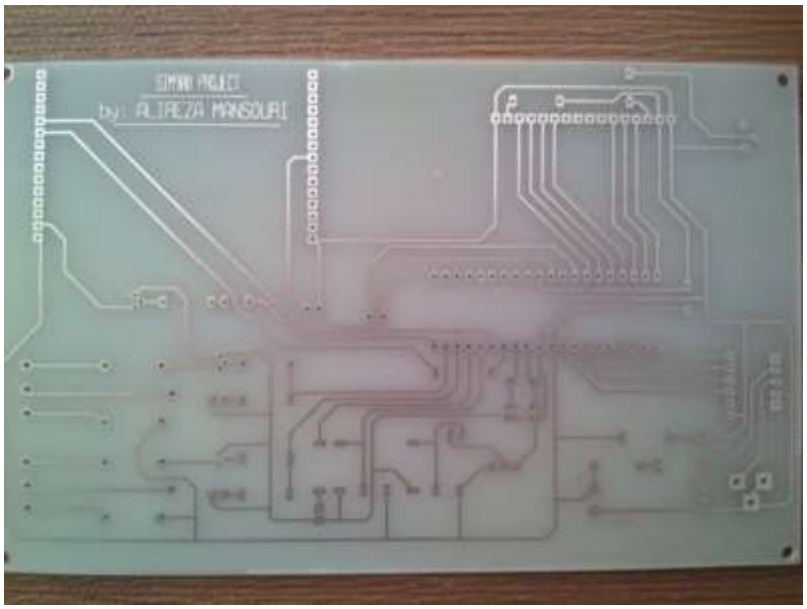
شکل ۴-۱۵ و ۴-۱۶ پشت این برد ، شکل ۴-۱۷ نیز پشت بورد را در حین لحیم کاری و شکل های ۴-۱۸، ۴-۱۹ ،۴-۲۰ و۴-۲۱ مراحل جانمایی و تست دستگاه به همراه نام قطعات را نشان می دهد.



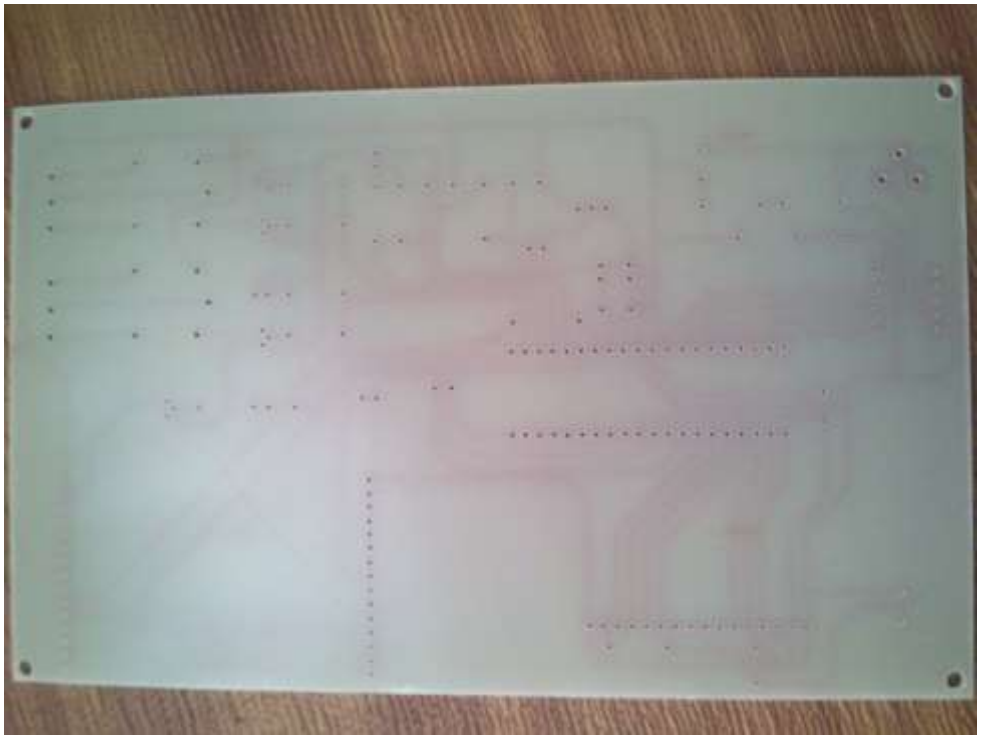
شکل ۴-۱۳: تصویر روی برد



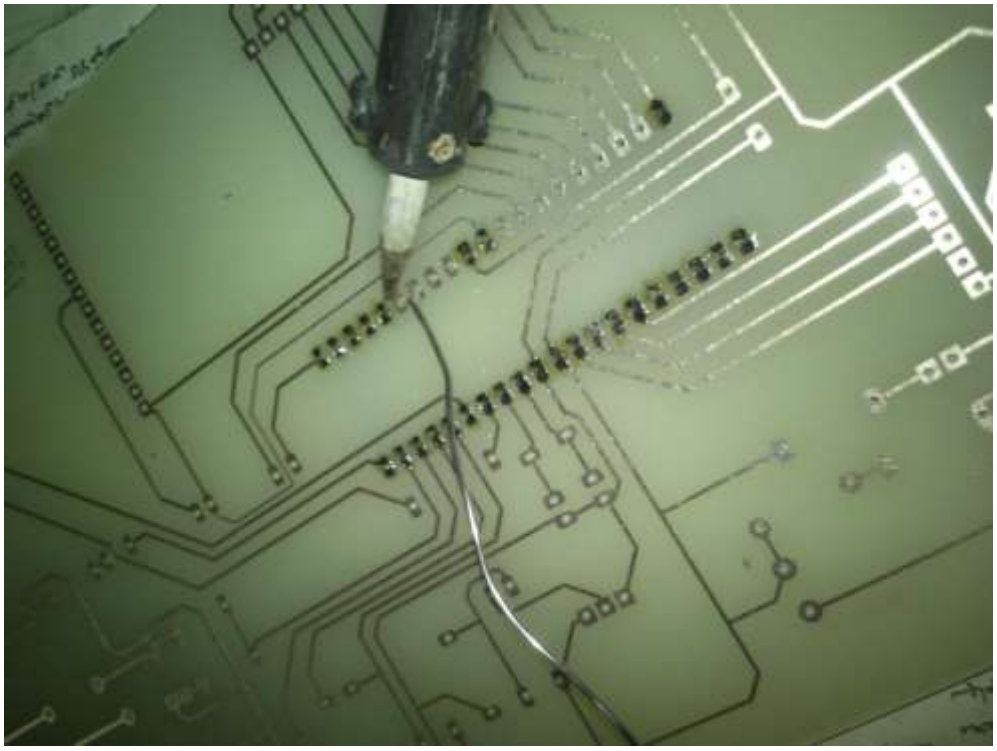
شکل ۴-۱۴: شکل PCB برد اول



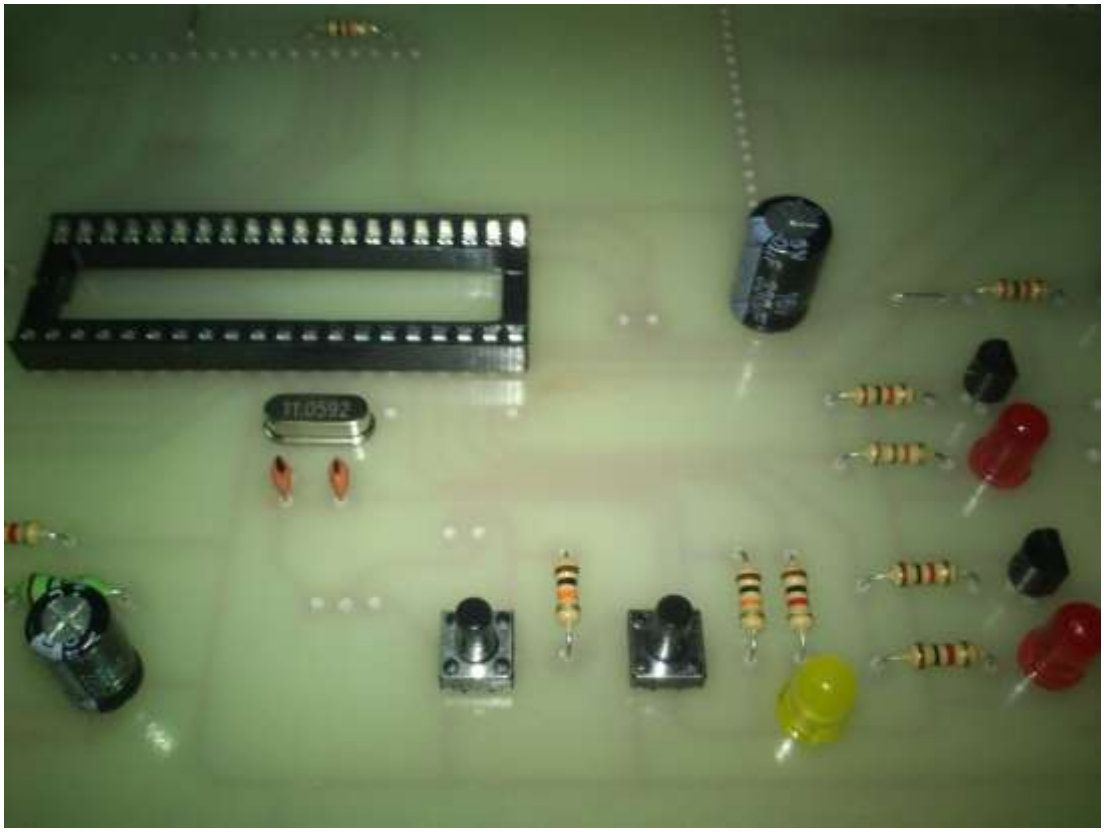
شکل ۴-۱۵: شکل PCB پشت برد دوم



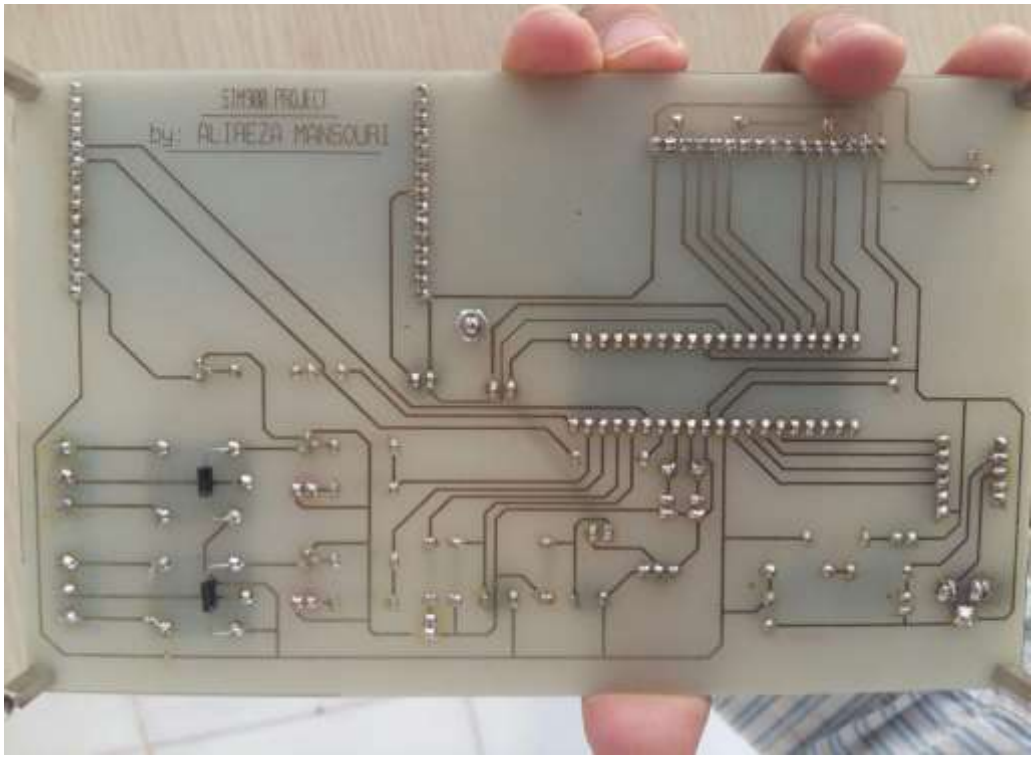
شکل ۴-۱۶: شکل PCB پشت برد دوم



شکل ۴-۱۷: شکل PCB برد دوم در حین لحیم کاری

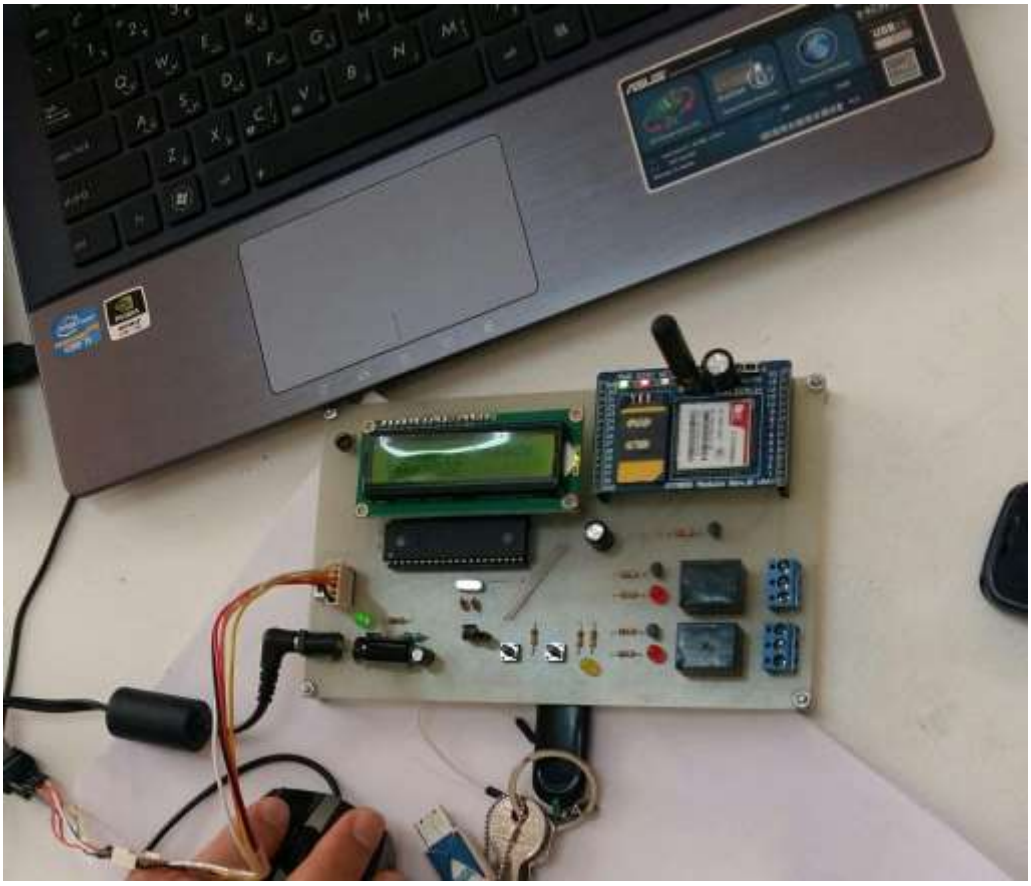


شکل ۴-۱۸: شکل PCB برد دوم در حین جانمایی قطعات



شکل ۴-۱۹: نمای کامل شده از پشت برد PCB

شکل ۴-۲۰: نمای کلی از دستگاه ساخته شده



شکل ۴-۲۱: نمایی از دستگاه در حال تست و اجرای کار

۴-۶- بخش نرم افزار

برنامه پروژه به زبان سی در محیط کامپایلر کدویژن نوشته شده است.

۴-۶-۱- آشنایی با Codevision AVR

Codevision AVR یک کاپایلر C، محیط توسعه یافته یکپارچه[1] و تولید کننده ی خودکار کدهای برنامه است که برای کار با میکروکنترولرهای AVR ساخت شرکت ATMEL طراحی شده است.

برنامه طوری طراحی شده که در تمامی ویندوزها قابل اجرا باشد.

این برنامه یک پروگرامر ISP را هم شامل می‌شود که امکان انتقال کدهای برنامه به میکرو کنترولرها را بعد از انجام موفق عمل کامپایل فراهم می کند.

این نرم افزار علاوه بر داشتن کتابخانه های استاندارد، دارای کتابخانه های کاملی برای کار با LCDهای کارکتری، تولید وقفه، قابلیت SPI، قابلیت USART، قابلیت 12C، ارتباط یک سیمه، کار با سنسورها و قطعاتی از قبیل LM57، DS1820، DS1307، PCF8583 می باشد.

۴-۷- برنامه ارتباط میکرو با قطعه و ارسال و دریافت پیامک

همانطور که قبلاً گفته شد این برنامه به زبان C و با نرم افزار Code vision نوشته شده است. در ادامه به توضیح برنامه می پردازیم.

[1] IDE

```
#include <mega32.h>
#include <alcd.h>
#include <stdlib.h>
#include <delay.h>
#include <stdio.h>
```

این فایل ها که با پیشوند اینکلود آمده اند فایل های سرآیند یا کتابخانه های می باشند. در زبان سی برای استفاده از یکسری دستورات در اول برنامه باید فایل کتابخانه ای آن فرخوانی شود. مثلا چون در برنامه از دستور sprint استفاده کرده ایم باید فایل کتابخانه ای آن را که #include <stdio.h> می باشد در اول برنامه می آوردیم.

توابع برنامه

```
void cmgr();
void cmti();
void wait(char ch);
void Selection();
void Display();
```

وقتی پیامی میرسد این تابع متن پیام و شماره فرستنده را از بقیه اطلاعات جدا می کند

این تابع تعداد پیامهایی که می رسد را شمارش و ذخیره می کند.

با این تابع قسمت های مختلف پیام یا همان کارکترهای دریافتی را از هم جدا می کنیم

این تابع شامل دو شرط یکی برای ارسال پیام هشدار و دیگری دریافت SMS می باشد

تابع نمایش متن حالت کار عادی در روی LCD

متغیرهای برنامه

```
#define ctrl_z 0x1a //26=ctrl+z
#define enter 0x0d  // 13 code asci enter ast
unsigned char Size,Masseg[16],Masseg_Copy[16],buffer,i;
unsigned char Number[13],mount[1];
char q=34;   // 34="
char del[8]="DEL ALL";
char s=1;
char g=0;
char temp;
char temp_str[16];
```

```
#define ADC_VREF_TYPE 0x60
// Read the 8 most significant bits
// of the AD conversion result
unsigned char read_adc(unsigned char adc_input)
{
ADMUX=adc_input | (ADC_VREF_TYPE & 0xff);
// Delay needed for the stabilization of the ADC input voltage
delay_us(10);
// Start the AD conversion
ADCSRA|=0x40;
// Wait for the AD conversion to complete
while ((ADCSRA & 0x10)==0);
ADCSRA|=0x10;
return ADCH;
}
```

دستورات مربوط به شناساندن ADC یا همان مبدل آنالوگ به دیجیتال داخلی ریزواپایشگر که کدویزارد برنامه کدویژن خودش ایجاد می کند.

```
#ifndef RXB8
#define RXB8 1
#endif
#ifndef TXB8
#define TXB8 0
#endif
#ifndef UPE
#define UPE 2
#endif
#ifndef DOR
#define DOR 3
#endif
#ifndef FE
#define FE 4
#endif
#ifndef UDRE
#define UDRE 5
#endif
#ifndef RXC
#define RXC 7
#endif
#define FRAMING_ERROR (1<<FE)
#define PARITY_ERROR (1<<UPE)
#define DATA_OVERRUN (1<<DOR)
#define DATA_REGISTER_EMPTY (1<<UDRE)
#define RX_COMPLETE (1<<RXC)
// USART Receiver buffer
```

این دستورات برای ارتباط سریال و وقفه رسیو یا دریافت اطلاعات می باشد که هر پیامی دریافت گردد در ارتباط سریال در متغیر buffer ذخیره می شود و ما از آن در فر آیند های بعدی بهر ه

```
#define RX_BUFFER_SIZE 8
char rx_buffer[RX_BUFFER_SIZE];
#if RX_BUFFER_SIZE <= 256
unsigned char rx_wr_index,rx_rd_index,rx_counter;
#else
unsigned int rx_wr_index,rx_rd_index,rx_counter;
#endif
// This flag is set on USART Receiver buffer overflow
bit rx_buffer_overflow;
// USART Receiver interrupt service routine
interrupt [USART_RXC] void usart_rx_isr(void)
{
char status,data;
status=UCSRA;
data=UDR;
if ((status & (FRAMING_ERROR | PARITY_ERROR | DATA_OVERRUN))==0)
   {
   rx_buffer[rx_wr_index++]=data;
#if RX_BUFFER_SIZE == 256
   // special case for receiver buffer size=256
   if (++rx_counter == 0)
      {
#else
   if (rx_wr_index == RX_BUFFER_SIZE) rx_wr_index=0;
   if (++rx_counter == RX_BUFFER_SIZE)
      {
      rx_counter=0;
```

ادامه دستورات مربوط به ارتباط سریال و وقفه رسیو. این کد ها توسط کدویژن ایجاد می شود و ما فقط اون قسمت هایی که مورد نیاز می باشد تغییر می دهیم.

```
#endif
     rx_buffer_overflow=1;
     }
   }
}
#ifndef _DEBUG_TERMINAL_IO_
#define _ALTERNATE_GETCHAR_
#pragma used+
char getchar(void)
{
char data;
while (rx_counter==0){
    Selection();
    if(PIND.2==1) {
    s++;
    delay_ms(500);}
    if(s>2) s=1;
    if(s==1) PORTD.3=0;
    if(s==2) PORTD.3=1;
   if(temp<=33) g=1;
     else g=g;
    temp=(read_adc(7)*150)/76.5;
    lcd_gotoxy(0,1);
    sprintf(temp_str,"Temp=%03d",temp);
    lcd_puts(temp_str); }
data=rx_buffer[rx_rd_index++];
#if RX_BUFFER_SIZE != 256
```

ادامه دستورات مربوط به ارتباط سریال و وقفه رسیو. این کد ها توسط کدویژن ایجاد می شود و ما فقط اون قسمت هایی که مورد نیاز می باشد تغییر می دهیم.

در این قسمت ما تابع Selection(); را فراخوانی میکنیم و همچنین دستور خواندن سوئیچ مربوط به روشن شدن LED اول در اینجا نوشته شده است.
همچنین دستور خواندن مقدار پتانسیومتر و نمایش آن در خط دوم در این بخش نوشته شده است.

```
if (rx_rd_index == RX_BUFFER_SIZE) rx_rd_index=0;
#endif
#asm("cli")
--rx_counter;
#asm("sei")
return data;
}
#pragma used-
#endif
```

ادامه دستورات مربوط به ارتباط سریال و وقفه رسیو. این کد ها توسط کدویژن ایجاد می شود و ما فقط اون قسمت هایی که مورد نیاز می باشد تغییر می دهیم.

```
void main(void)
{
PORTA=0x00;
DDRA=0x00;
PORTB=0x00;
DDRB=0x00;
PORTC=0x00;
DDRC=0x00;
PORTD=0x00;
DDRD=0b01111000;
```

تابع main که تابع اصلی برنامه در زبانC می باشد از اینجا شروع می گردد

این دستورات برای تعیین مقدار اولیه پورت های ریزواپایشگر و همچنین تعریف ورودی و یا خروجی بودن پایه های ریزواپایشگر می باشند.

```
// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: On
// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 9600
UCSRA=0x00;
UCSRB=0x98;
UCSRC=0x86;
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x47;
```

دستورات مربوط به تنظیمات ارتباط سریال که پس از تنظیم در کدویزارد برنامه کدویژن، خودش ایجاد می کند

```
// ADC initialization
// ADC Clock frequency: 691.200 kHz
// ADC Voltage Reference: AVCC pin
// Only the 8 most significant bits of
// the AD conversion result are used
ADMUX=ADC_VREF_TYPE & 0xff;
ADCSRA=0x84;
```

دستورات مربوط به تنظیمات ADC یا همان مبدل آنالوگ به دیجیتال داخلی ریزوپایشگر که کدویزارد برنامه کدویژن خودش ایجاد می کند

```
// Alphanumeric LCD initialization
// Connections specified in the
// Project|Configure| Alphanumeric LCD menu:
// RS - PORTA Bit 0
// RD - PORTA Bit 1
// EN - PORTA Bit 2
// D4 - PORTA Bit 3
// D5 - PORTA Bit 4
// D6 - PORTA Bit 5
// D7 - PORTA Bit 6
// Characters/line: 16
lcd_init(16);
```

در این خطوط به ما یاد آوری می شود که پایه های LCD را به کدام پایه های ریزواپایشگر وصل نموده ایم و همچنین lcd_init(16) نشان می دهد که Lcd ما دارای ۱۶ ستون است.

```
// Global enable interrupts
#asm("sei")
```

با این دستور وقفه ارتباط سریال فعال می گردد.

```
lcd_clear();
lcd_gotoxy(0,0);
lcd_putsf("   SIM900 Prj");
lcd_gotoxy(0,1);
lcd_putsf("ALIREZA MANSOURI");
delay_ms(3000);
```

در این قسمت اول اسم پروژه در روی LCD نمایش داده می شود و پس از آن اسم طراحان نمایش داده می شود.

```
PORTD.6=1;
delay_ms(2000);
PORTD.6=0;
```

در اینجا ما پورت D.6 را که به پایه ریست قطعه وصل هست به مدت دو ثانیه یک می کنیم و قطعه ریست می شود و شروع به کار می کند .

```
printf("AT+CMGF=1%1c",enter);
delay_ms(2000);
printf("AT+CMGDA=%1c%s%1c%1c",q,del,q,enter);
delay_ms(2000);
```

در اینجا اول فرمت اس ام اس را با CMGF=1 تعیین میکنیم یعنی از نوع متنی لاتین باشد و همچنین با دستورAT+AMGDA کل حافظه سیم را پاک می کنیم.

```
Display();
```

تابع نمایش متن حالت کار عادی در روی LCD

```
while (1)
  {
  buffer=getchar();
   if(buffer=='+')
   {
    buffer=getchar();
    if(buffer=='C')
    {
     buffer=getchar();
     if(buffer=='M')
     {
      buffer=getchar();
      if(buffer=='T')
      {
       buffer=getchar();
       if(buffer=='I')
       {
        buffer=getchar();
```

در اینجا و در حلقه while (1) کارکترهای دریافتی مورد پردازش قرار می گیرند و در صورت دریافت پیام تابع cmti(); و در صورت خواندن پیام تابع cmgr(); اجرا می گردد.

```
        if(buffer==':') cmti();
       }
      }
     else if(buffer=='G')
     {
      buffer=getchar();
      if(buffer=='R')
      {
       buffer=getchar();
       if(buffer==':') cmgr();
      }
     }
    }
   }
  }
}
void cmgr()
   {
   for(i=0;i<3;i++) wait("");
   gets(Number,13);
   wait('\n');
   for(i=0;i<16;i++)
    {
    Masseg[i]='\0';
    }
   for(i=0;i<16;i++)
```

در ادامه در اینجا و در حلقه while (1) کارکترهای دریافتی مورد پردازش قرار می گیرند و در صورت دریافت پیام تابع cmti(); و در صورت خواندن پیام تابع cmgr(); اجرا می گردد.

در اینجا شماره موبایلی که توسط آن پیام دریافت شده دریافت و در متغیر Number ذخیره می شود.

```
 {
 Masseg[i]=getchar();
 if(Masseg[i]==13)
 {
 Masseg[i]='\0';
 break;
 }
 }
for(i=0;i<16;i++)
 {
 Masseg_Copy[i]=Masseg[i];
 }
```

توسط این بخش پیام دریافتی پس از دریافت در متغیر Masseg_Copy دخیره می شود.

```
 lcd_clear();
 lcd_puts(Number);
 lcd_gotoxy(0,1);
 lcd_puts(Masseg_Copy);
 delay_ms(4000);
    Display();
 }
void cmti()
 {
 wait(',');
 gets(mount,1);
 Size=atoi(mount);
 lcd_clear();
 lcd_putsf("Receive msg... ");
```

در خط اول LCD شماره موبایل فرستنده پیام و در خط دوم متن پیام نمایش داده می شود.

این تابع تعداد پیام های دریافتی را شمارش می کند و در متغیر mount ذخیره می کند

```
    delay_ms(2000);
     PORTC.1=0;
    Display();
    }

void wait(char ch)
    {
    while(ch != getchar());
    }

void Selection()
    {
     if(PIND.7==1)
     {
     lcd_clear();
     lcd_putsf("Sending msg...");
     printf("AT");
     putchar(enter);
     delay_ms(1000);
     printf("AT+CMGF=1");
     putchar(enter);
     delay_ms(1000);
     printf("AT+CMGS=\"09111555344\""); //
printf("AT+CMGS=%1c%s%1c",q,Number,q);
     putchar(enter);
     delay_ms(1000);
     printf("Salam\rTemp=%d",temp);
```

این تابع همان تابع جدا کردن کاراکترهای دریافتی از هم می باشد.

توسط این بخش دستور ارسال SMS صادر می گیردد. این دستور با خواندن تغییر وضعیت سوئیچ مربوط به ارسال پیام فعال می شود.

```
    if(s==2) printf("\rLED IS ON");
    if(s==1)printf("\rLED IS OFF");
    putchar(ctrl_z);
    delay_ms(1000);
    printf("AT");
    putchar(enter);
    delay_ms(1000);
    printf("AT+CMGF=1");
    putchar(enter);
    delay_ms(1000);
    printf("AT+CMGS=\"09155181679\""); //
printf("AT+CMGS=%1c%s%1c",q,Number,q);
    putchar(enter);
    delay_ms(1000);
    printf("Salam\rTemp=%d",temp);
    if(s==2) printf("\rLED IS ON");
    if(s==1)printf("\rLED IS OFF");
    putchar(ctrl_z);
    delay_ms(500);
    Display();
   }

  if(PINC.1==0)
   {
    lcd_clear();
    lcd_putsf("Reading msg...");
    printf("AT");
```

ادامه بخش قبلی

توسط این بخش در صورت دریافت پیام پایه C.1 صفر می شود و دستور خواندن پیام به قطعه ارسال می شود و پیام رسیده خوانده می شود.

```
   putchar(enter);
   delay_ms(1000);
   printf("AT+CMGF=1");
   putchar(enter);
   delay_ms(1000);
   printf("AT+CMGR=%d",Size);
   putchar(enter);
   PORTC.1=1;
   }
  }
if(temp<=33) g=1;
   else g=g;


   if(temp>=37&&g==1)
   {
   g=0;
   lcd_clear();
   lcd_putsf("Sending msg...");
   printf("AT");
   putchar(enter);
   delay_ms(1000);
   printf("AT+CMGF=1");
   putchar(enter);
   delay_ms(1000);
   printf("AT+CMGS=\"09111555344\"");
   putchar(enter);
   delay_ms(1000);
   printf("Salam\r dama bishtar az hade mojaz ast.");
```

توسط این بخش دما چک می شود و در صورتی که بیشتر از حد مجاز باش پیام به و شماره ارسال می گردد.

```
putchar(ctrl_z);
delay_ms(2000);
printf("AT");
putchar(enter);
delay_ms(1000);
printf("AT+CMGF=1");
putchar(enter);
delay_ms(1000);
printf("AT+CMGS=\"09155181679\"");
putchar(enter);
delay_ms(1000);
printf("Salam\r dama bishtar az hade mojaz ast.");
putchar(ctrl_z);
delay_ms(500);
Display();
 }
}
void Display()
{
if((Masseg_Copy[0]=='R')&&(Masseg_Copy[1]=='1')){
PORTD.4=1;
PORTD.5=0;
 Masseg_Copy[0]='0';
 lcd_clear();
 lcd_putsf("Sending msg...");
 printf("AT");
 putchar(enter);
```

در ادامهتوسط این بخش دما چک می شود و در صورتی که بیشتر از حد

در این قسمت پیام های دریافتی پس از خوانده شدن مقایسه می گردد و در صورت دریافت هر کد رله های مربوطه غیرفعال و یا فعال می شوند و

```
 delay_ms(1000);
 printf("AT+CMGF=1");
 putchar(enter);
 delay_ms(1000);
 printf("AT+CMGS=%1c%s%1c",q,Number,q);
 putchar(enter);
 delay_ms(1000);
 printf("Salam\rR1 ON & R2 OFF.");
 putchar(ctrl_z);
 delay_ms(500);
printf("AT+CMGDA=%1c%s%1c%1c",q,del,q,enter);
delay_ms(3000);  }
else if((Masseg_Copy[0]=='R')&&(Masseg_Copy[1]=='2')){
PORTD.4=0;
PORTD.5=1;
 Masseg_Copy[0]='0';
 lcd_clear();
 lcd_putsf("Sending msg...");
 printf("AT");
 putchar(enter);
 delay_ms(1000);
 printf("AT+CMGF=1");
 putchar(enter);
 delay_ms(1000);
 printf("AT+CMGS=%1c%s%1c",q,Number,q);
 putchar(enter);
 delay_ms(1000);
```

ادامه قسمت قبلی

```
 printf("Salam\rR1 OFF & R2 ON.");
 putchar(ctrl_z);
 delay_ms(500);
printf("AT+CMGDA=%1c%s%1c%1c",q,del,q,enter);
delay_ms(3000); }
else if((Masseg_Copy[0]=='R')&&(Masseg_Copy[1]=='3')){
PORTD.4=1;
PORTD.5=1;
 Masseg_Copy[0]='0';
 lcd_clear();
 lcd_putsf("Sending msg...");
 printf("AT");
 putchar(enter);
 delay_ms(1000);
 printf("AT+CMGF=1");
 putchar(enter);
 delay_ms(1000);
 printf("AT+CMGS=%1c%s%1c",q,Number,q);
 putchar(enter);
 delay_ms(1000);
 printf("Salam\rR1 ON & R2 ON.");
 putchar(ctrl_z);
 delay_ms(500);
printf("AT+CMGDA=%1c%s%1c%1c",q,del,q,enter);
delay_ms(3000); }
else if((Masseg_Copy[0]=='R')&&(Masseg_Copy[1]=='0')){
PORTD.4=0;
```

ادامه قسمت قبلی

```
PORTD.5=0;
 Masseg_Copy[0]='0';
 lcd_clear();
 lcd_putsf("Sending msg...");
 printf("AT");
 putchar(enter);
 delay_ms(1000);
 printf("AT+CMGF=1");
 putchar(enter);
 delay_ms(1000);
 printf("AT+CMGS=%1c%s%1c",q,Number,q);
 putchar(enter);
 delay_ms(1000);
 printf("Salam\rR1 OFF & R2 OFF.");
 putchar(ctrl_z);
 delay_ms(500);
printf("AT+CMGDA=%1c%s%1c%1c",q,del,q,enter);
delay_ms(3000); }
lcd_clear();
lcd_putsf("System IS Ready");
```

ادامه قسمت قبلی

فـصل پنجم

نتیجه گیری، امکانات و پیشنهادات

فــصل پنجم: نتیجه گیری، امکانات و پیشنهادات

۵-۱- نتیجه گیری

۱- با ارسال کدهای مخصوص R0-R1-R2-R3 و از پیش تعریف شده در برنامه ریزوپایشگر AVR می توان در صورت داشتن کدها از طریق هر تلفن همراهی با داشتن شماره سیم کارت تعبیه شده هر یک از رله ها را تغییر وضعیت داد، در این حالت گزارش عملکرد آنها به شماره تلفن یا شماره تلفن های تنظیم شده در برنامه ارسال می شود.

بعنوان مثال: با ارسال کدهای R3 تا R0 به شماره تلفن سیم کارت ۰۹۳۵۷۸۱۷۷۵۵فرمان های زیر را به رله های R1 و R2 تعبیه شده در دستگاه اعمال نموده و گزارش تغییر وضعیت آنها به شماره تلفن های از پیش تعریف شده ۰۹۱۵۵۱۸۱۶۷۹ و ۰۹۱۱۱۵۵۵۳۴۴ ارسال و پیام کوتاه می شود.

R0→	**رله R1 و R2 را OFF نموده و پیام کوتاه زیر را برای شماره های ذکر شده ارسال می نماید.** **Salam** **R1 Off & R2 Off**
R1→	**رله R1 را ON نموده و رله R2 OFF می ماند.** **Salam** **R1 On & R2 Off**
R2→	**رله R1 را OFF نموده و رله R2 ON می ماند.** **Salam** **R1 Off & R2 On**
R3→	**رله های R1 و R2 را ON می نماید.** **Salam** **R1 On & R2 On**

۲- با فعال نمودن سوئیچ شماره ۲ بصورت دستی بر روی دستگاه ساخته شده می توان گزارش از دمای فعلی محیط یا نقطه اندازه گیری را بصورت آنلاین به همراه وضعیت رله ها به شماره های تنظیم شده برنامه ارسال و پیام کوتاه نمود.

Salam

Temp=23

LED Is off

۳- از همه مهمتر در صورتی که دمای فعلی محیط یا نقطه اندازه گیری از دمای تنظیم شده $T=38\ ^{\circ}C$ برای پایش بالاتر رود باقی بماند آلارم و پیام زیر به شماره های تنظیم شده برنامه ارسال می شود در این صورت اپراتور یا پایشگر می تواند با اعمال کدهای لازم وضعیت سیستم را تغییر دهد.

Salam

Dama bishtar az hade

Mojaz ast

تمامی این نتایج با حضور استاد راهنمای محترم جناب آقای دکتر ناصح در آزمایشگاه مخابرات دانشگاه تست و حاصل گردیده است.

۵-۲- امکانات و کاربردها

امکان کنترل ۲ وسیله مستقل

امکان هشدار دهی در صورت افزایش دما

امکان کنترل وسایل دارای ۲۲۰ ولت

امکان هشدار دهی و فرمانپذیری با تماس تلفنی در مواقع بروز مشکل در شبکه موبایل کنترل وسایل بدون حضور در محل با گوشی موبایل

پیامهای مفهومی و ساده

امکان استفاده در تمام نقاط تحت پوشش شبکه موبایل

قابل کارکرد با کلیه سیمکارتهای موجود

مناسب برای مصارف صنعتی ، سیستمهای گرمایشی و برودتی و

کنترل مستقیم بدون نیاز به نرم افزار

قابلیت کار با شبکه موبایل همراه اول ، ایرانسل ، تالیا

روشن و خاموش کردن وسایل برقی با اس.ام.اس با متن On و یا Off

قابلیت تعریف شماره تلفن مجاز و قبول دستورات فقط از آن شماره

قابلیت اتصال انواع حسگرهای دیجیتال

کاربردها

آپارتمانها و منازل: کنترل کولر، دزدگیر، هشدار اعلام تردد، گاوصندوق

کشاورزی: کنترل چاه عمیق، پمپهای آب، آب یاری قطره ای

گلخانه ها: اطلاع از قطع برق، سیستمهای حرارتی، اعلام هشدار تغییر دما

مرغداریها: کنترل دما، هشدار تغییر دما، هشدار قطع برق، تغذیه خودکار

چیلرها: کنترل دما، گزارش خرابی، راه اندازی مجدد سیستم

سیستمهای اعلام حریق: اعلام حریق با تلفن وSMS ، پخش آژیرخطر در مکانی دور از حادثه

آتش نشانیها: کنترل سطح آب مخازن آتش نشانی

وسایل نقلیه: اعلام هشدار سرقت، خاموش کردن اتومبیل از راه دور در هر نقطه ای از کشور

ویلا ها: دزدگیر، هشدار اعلام تردد، آبیاری از را دور، کنترل وسایل حرارتی و برودتی

شرکتهای توزیع نیرو: هشدار سرقت ، هشدار عیب در تابلو های برق، گزارش تک فاز شدن، هشدار کابل دزدی

طلا فروشیها: مکمل دزدگیر، اعلام هشدار تشخیص حرکت یا لرزه در محیط

اتاق سرور: ری استارت کردن کامپیوترها از راه دور

مساجد: روشن کردن بلندگوها و پخش اذان از راه دور

سالمندان: درخواست کمک اورژانس و اعلام حالت بحرانی

دستگاههای صنعتی: اطلاع از خرابی سیستم، کنترل قسمتهای برقی از راه دور، ارتباط ماشین به ماشین

دستگاههای خود پرداز بانک: ری استارت کردن خودپرداز در مواقع اضطراری

۵-۳- پیشنهادات

برای هر چه بهتر انجام شدن پروژه ها و کاربردهای مشابه پیشنهادات زیر توصیه می شود.

برای انجام پروژه های مشابه می توان از میکرو کنترلرهایی با امکانات معمولی تر و با قیمت کمتر مانند ATMEGA8 و یا ATMEGA16 نیز استفاده نمود.

پیشنهاد می شود برای کاهش درصد خطا و افزایش کیفیت کاری سامانه ، مداری که بر روی (PCB مدار چاپی) قرار است طراحی شود ابتدا آن را با نرم افزار هایی همچون LAB VIEW و یا پروتئوس شبیه سازی کرده و به صورت مانیتورینگ خروجی کار مشاهده شود و بعد آن را بر روی PCB چاپ کنید.

سامانه کنترل از راه دور را می توان بدون استفاده از ماژول SIM 900 که با ارسال پیام کوتاه کار می کند برای محیط های کوچکتر بکار ببرید البته می بایست از ماژول های بلوتوث و یا ماژول وای فای به جای ماژول SIM 900 استفاده کنید تا هزینه کمتری داشته باشید چون سیم کارت ها بسیار حساس بوده و با الکتریسیته ساکن بدن نیز ممکن است بسوزند. با این وجود برای جلوگیری از سوختن باید از دیود زنر استفاده کرد.

برای کاهش نویز سیم کارت ها را از دریافت پیامک های تبلیغاتی غیرفعال نمایید تا اختلالی در کار ها انجام نشود.و از تغذیه مناسب برای هر ماژول استفاده نمایید تا به برد و ماژول های استفاده شده آسیب نزند ، چون آنها به جریان و سطح ولتاژ حساس می باشد.

در پروژه انجام شده کانال ارتباطی بین کاربر و میکرو sms می باشد در حالیکه که میتوان در کنار این ماژول از ماژول Hc-05 که همان ماژول بلوتوث می باشد استفاده کرد.این ماژول برای ارتباط بین میکرو با وشی موبایل یا تبلت یا ارتباط دو میکرو با هم استفاده میشود یعنی کاربر میتواند بدون نیاز به خط تلفن و تنها با گوشی تلفن همراه خود بتواند از راه دور و البته فاصله محدود به میکرو فرمان بدهد.

✓ قطعه های ساخت شرکت SIMCOM که قطعه استفاده شده در پروژه ساخت این شرکت می باشد دارای تنوع و رنج قیمت متفاوتی می باشد که بسته به نوع پروژه و امکانات مورد نیاز می توان یکی از آنها را انتخاب و مورد استفاده قرار داد. مشخصات تمامی قطعه های این شرکت به همراه دیتاشیت آنها در سایت این شرکت موجود می باشد.

✓ برای انجام این پروژه و پروژه های مشابه این می توان از ریزواپایشگرهایی با امکانات معمولی تر و با قیمت کمتر مانند ATMEGA8 نیز استفاده نمود. ما بدلیل در دسترس بودن این میکرو از آن استفاده نمودیم.

✓ پیشنهاد می شود برد اول برای همه‌ی قطعه ها و در همه‌ی پروژه ها طراحی شود زیرا به دلیل در دسترس بودن همه ی پایه های قطعه در صورت تغییر پروژه و در صورت، نیاز داشتن، به سایر امکانات قطعه می توان به راحتی از آن استفاده نمود.

✓ رسم PCB مدار دارای نکاتی می باشد که در این پروژه مورد استفاده قرار گرفته است. برای اطلاع از این نکات می توان به سایت های اینترنتی مراجعه و از آنها مطلع شوید و این نکات را در طراحی برد مورد توجه قرار دهید.

✓ پیشنهاد می شود قبل از سفارش دادن PCB برای چاپ و تهیه ی برد، برای جلوگیری از اشتباه حتما از PCB طراحی شده یک پرینت گرفته و قطعات مورد نظر را از نظر درستی ابعاد و پایه ها چک نمایید.

✓ پیشنهاد می شود برای درک بهتر دستورات حتما قبل از برنامه نویسی، آنها را در محیط نرم افزار کامپیوتر همانطور که گفته شده است تست کنید.

✓ به دلیل نبودن مطالب کامل در سایت های فارسی پیشنهاد می شود در ابتدا و قبل از انجام هر کاری ابتدا دیتا شیت قطعه مورد نظر را بطور کامل مطالعه نمایید و نکات گفته شده در آن را یادداشت نمایید.

✓ سیم کارت ها بسیار حساس بوده و با الکتریسیته ساکن بدن نیز ممکن است بسوزند. برای جلوگیری از سوختن سیمکارت توسط قطعه SMF05C تمامی پایه های سیمکارت زمین شده اند. به دلیل موجود نبودن این قطعه در بازار ایران می توان از دیود زنر بجای آن استفاده کرد.

فهرست منابع

۱- دیتاشیت سخت افزار ماژول SIM900 ورژن ۲.۰۲

۲- دیتاشیت نرم افزاری ماژول SIM900 ورژن ۱.۰۵

۳- امیر راه افروز، ریزواپایشگرهای AVR و کاربرد های آن، انتشارات نص، تهران

۴- کاهه، علی، پایشگر های AVR،انتشارات نص، ۱۳۹۲

۵- دیتاشیت رگولاتور ۱۱۱۷

۶- ظفری، مرتضی، پورت سریال، مقاله ،۱۳۸۴

۷- دیتاشیت رگولاتور ۷۸۰۵

۸- دیتاشیت سخت افزار ماژول HC-05 ورژن ۲

۹- دیتاشیت سخت افزار ماژول ESP8266 ورژن ۴.۳

10- Sheikh Izzal Azid, Sushi Kumar, Analysis and Performance of a Low Cost SMS Based Home Security System, International Journal of Smart Home, Vol. 5 No. 3, 2011.

11- Sadeque Reza Khan, Ahmed Al Mansur, Alvie Kabir, Shahid Jaman, Nahian Chowdhury, Design and Implementation of Low Cost Home Security System Using Gsm network, International Journal of Scientific and Engineering Research, Vol. 3, Issue 3, 2012.

12- Ing. Jan Valouch, Integration of Alarm Systems, International Journal of Disaster Recovery and Business Continuity, Vol. 3, 2012.

13- Sheikh Izzal Azid, Bibhya Sharma, Intelligent Home: SMS Based Home Security System with Immediate Feedback, World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 72, 2012.

14- Mahendran.N, Geo Joe Mathai, Veenesh. M.U, Multiple Sensor Feeding Supported Building Automation System Using Arduino Platform With Exposure of 802.15.4 Functionalities, Internationa Journal of Engineering Trends and Technology, Vol. 4 Issue2, 2013.

15- Shen Jin, Song Jingling, Han Qiuyan, Wang Shengde, Yang Yan, School of Electric and Electronic Engineering, “A Remote Measurement and Control System for Greenhouse Based on Gsm-SMS” IEEE 8th International Conference on Electronic Measurement and Instrument, 2007.

16- Photovoltaic pumping system based on Intel 80C196KC microcontroller" IEEE 10th International Conference on Environment and Electrical Engineering, pp. 1-5, May 2011.

17- G. K. Banerjee, Rahul Singhal, Bhubaneswar, Orissa India "Microcontroller Based Polyhouse Automation Controller", International Symposium on Electronic System Design, pp. 158-162, Dec 2010.

18- Wenbin Huang, Guanglong Wang, Jianglei Lu, Fengqi Gao, Jianhui Chen "Research of wireless sensor networks for an intelligent measurement system based on ARM", International conference on Mechatronics and Automation Conference on, pp. 1074 - 1079, 2011.

19- Healy, M. Newe, T. Lewis "Wireless Sensor Node hardware: A review", IEEE 15th International Symposium on Consumer Electronics, pp. 621-624, 2011.

20- Ahmed, V. , " Innovative cost effective approach fro cell phone based remote controlled embedded system for irrigation", International Conference on Communication Systems and Network Technologies, 2011, pp. 419-144, 2011.

21- I.F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E.Cayirci, "Wireless sensor networks: a survey", IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 44, pp. 1291-1297, Aug 2002.

22- Chen Peijiang; Jiang Xuehua; "Design and Implementation of Remote Monitoring System Based on Gsm", Pacific- Asia Workshop on Computational Intelligence and Industrial Application, 2008, pp. 678 – 681.

23- Yan Xijun, Lu limei, Xu Lizhong, "The Application of wireless sensor network in the Irrigation Area Automatic System", International Conference on Networks Security, Wireless Communications and Trusted Computing 2009, pp. 21-24.

24- Md. Wasi-ur-Rahman, Mohammad Tanvir Rahman, Tareq Hasan Khan and S.M. Lutful Kabir, "Design of an Intelligent SMS based Remote Metering System", Proceedings of the IEEE International Conference on Information and Automation, 2009, pp. 1040-1043.

25- Sankar, P., Norman, S.R., "Embedded System for Monitoring Atmospheris Weather Conditions Using Weather Balloon", International Conference on Control, Automation, Communication and Energy Conservation, pp.1-4, June 2009.

26- M D Goudar, B. P. Patil and V. Kumar, “Adaptive MPPT algorithm for a distributed wireless photovoltaic based irrigation system”, International Conference on Devices and Communication, 2011.
27- PIC 16F87/88 Data Sheet”, Microchip Technology Inc. 2011.

Abstract:

According to the increasing need of industrial societies for automation and saving time and costs, also increasing accuracy and efficiency of industrial parts and machineries, noticing the way of monitoring and more appropriate and easier access to monitoring systems have turned to one of the most important engineering arguments. In recent years mobile communication technology was increasingly expanded and this provided the condition for establishment of fast mobile networks for transmitting data. Also monitoring remote machine operations with the least error and without presence of men is highly significant. One of the methods for remote monitoring in electronic systems is using GSM modems and monitoring through text message. Among dominant mobile technologies, GSM is the most popular mobile technology. This enables subscribers to use their mobile phones in most areas of the world. Given to level of iniquitousness of the technology across the globe it is significant to design and produce remote monitoring devices by means of GSM systems and remote monitoring by means of high frequency circuits in all fields. In this thesis we reviewed designing and producing monitoring and controlling system through GSM network, sending and receiving information through short message in order to supervise, make order and monitor remote equipment. The main part of the device includes microcontroller model Atmega 32 along with communication parts called GSM which is known as Sim900 with working frequency of 850 to 900 Megahertz and it is the main processor of the device, with one temperature sensor (Lm35), two electromagnetic relay, one LCD along with PCB and all parts and feeding part.

Keywords: controlling, GSM, microcontroller, frequency, short message.

Shahrood University of Technology

Faculty of Electrical Engineering and Robotic

M.Sc. Thesis in Digital Electronic Systems Engineering

Design and implementation of a control and monitoring unit using microcontrollers and GSM

By: Alireza Mansouri Zeini

Supervisor:

DR.Sasan Naseh

September 2016