سیستم کنترل و مانیتورینگ از طریق خط تلفن

قاسم رحیم‌پور

گروه الکترونیک

دانشکده‌ی مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تبریز

ghrahimpour@yahoo.com

۰۲۱ -۳۷۵۴۷۵۴

چکیده: در این سیستم پیشنهادی می‌توان از هر مکان به وسیله‌ی یک خط تلفن و در اختیار داشتن قسمت سیار دستگاه از وضعیت و شرایط محل دیگر مانند دما، رطوبت، وضعیت سیستم‌های هشدار دهنده و... خبردار شده و بر حسب شرایط وسایل متصل به قسمت ثابت دستگاه از قبیل سیستم روشنایی، تهویه، آلارم و... را کنترل کرد. مزیت این سیستم به سیستم‌های مشابه در دوطرفه بودن تبادل اطلاعات (با مدولاسیون FSK) می‌باشد، که در آن می‌توان وضعیت تمام وسایل و سنسورها را بر روی LCD موجود در قسمت سیار دستگاه مشاهده نمود.

کلمات کلیدی: *خط تلفن، میکروکنترلر، سنسور، LCD ، FSK ، EEPROM.*

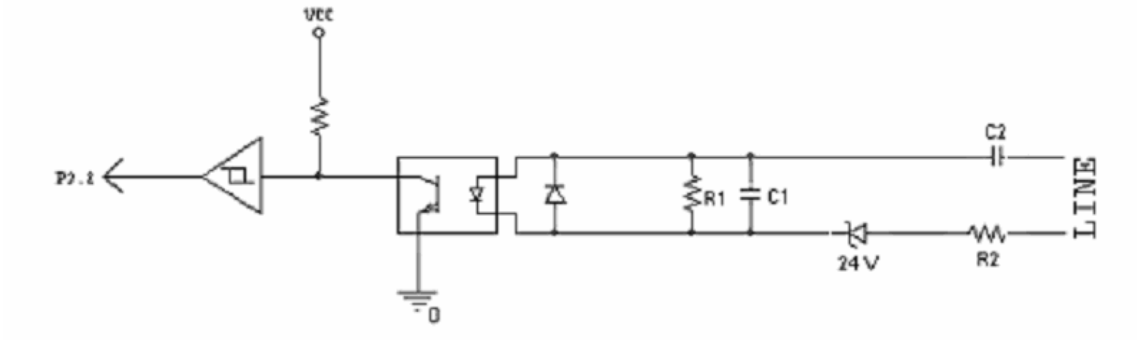
۱-مقدمه:

امروزه با توجه به مشکلات جوامع صنعتی مانند ترافیک و کمبود وقت، کنترل وسایل از راه دور یکی از نیازهای زندگی شده‌است. برای این کنترل روش‌های گوناگونی ارائه شده است: ارتباط بیسیم، ارتباط از طریق شبکه‌های محلی یا اینترنت و ارتباط تلفنی. در این مقاله سعی شده است سیستمی مبتنی بر خط تلفن طراحی گردد تا علاوه بر کنترل و راه اندازی وسایل، توانایی ارسال و مانیتورینگ وضعیت منزل، مانند دما، را داشته باشد. برای این منظور مدار در دو بخش جداگانه‌ی ثابت و سیار طراحی گردیده است.

قسمت ثابت همواره به خط تلفن وصل بوده و وظیفه‌ی کنترل وسایل متصل به آن، جمع‌آوری اطلاعات و ارسال این اطلاعات را عهده‌دار می‌باشد. قسمت سیار نیز با اتصال به خط تلفن وظیفه‌ی دریافت و نمایش این اطلاعات و همچنین ارسال فرمان‌های کاربر را دارد. همچنین سیستم جهت امنیت بیشتر دارای حافظه بوده تا در مواقع قطع و وصل برق وضعیت قبلی وسایل را حفظ نماید.

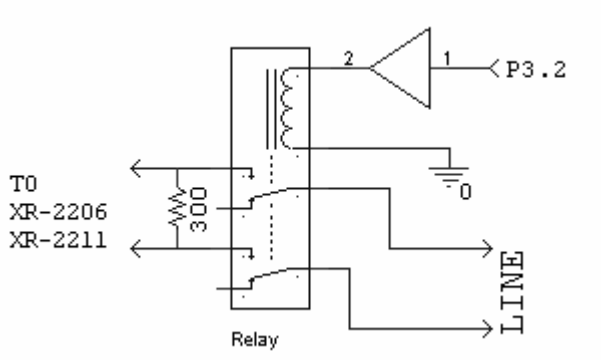
۲- برقراری ارتباط تلفنی :

کانال اصلی ارتباط دو قسمت ثابت و سیار در این سیستم خط تلفن می باشد. به این ترتیب که می توان با متصل نمودن قسمت‌های ثابت و سیار به خط تلفن و ایجاد ارتباط بین دو قسمت، به مبادله‌ی اطلاعات پرداخت. قسمت ثابت طوری طراحی شده است که قادر به تشخیص سیگنال زنگ باشد (شکل۱).



شکل ۱

در این مدار خازن C_2 ولتاژ DC خط را گرفته و مدار R_1 C_1 سیگنال ورودی زنگ (سینوسی 25Hz) را تقریبا صاف کرده و به اپتوکوپلر می‌دهد. به این ترتیب با هر زنگ، خروج مدار یک بار High می شود. این سیگنال به ورودی P3.2 (INT 0) میکروکنترلر رفته و میکروکنترلر را از حالت IDLE خارج می‌کند، دراین زمان میکروکنترلر ورودی زنگ را تعقیب کرده و بعد از پنج زنگ (بسته به تعریف) رله‌ی خط را فعال کرده و ارتباط برقرار می‌شود (شکل۲). برای کشیدن جریان از خط در حالت برقراری ارتباط از یک مقاومت $300\,\Omega$ استفاده می‌شود.



شکل ۲

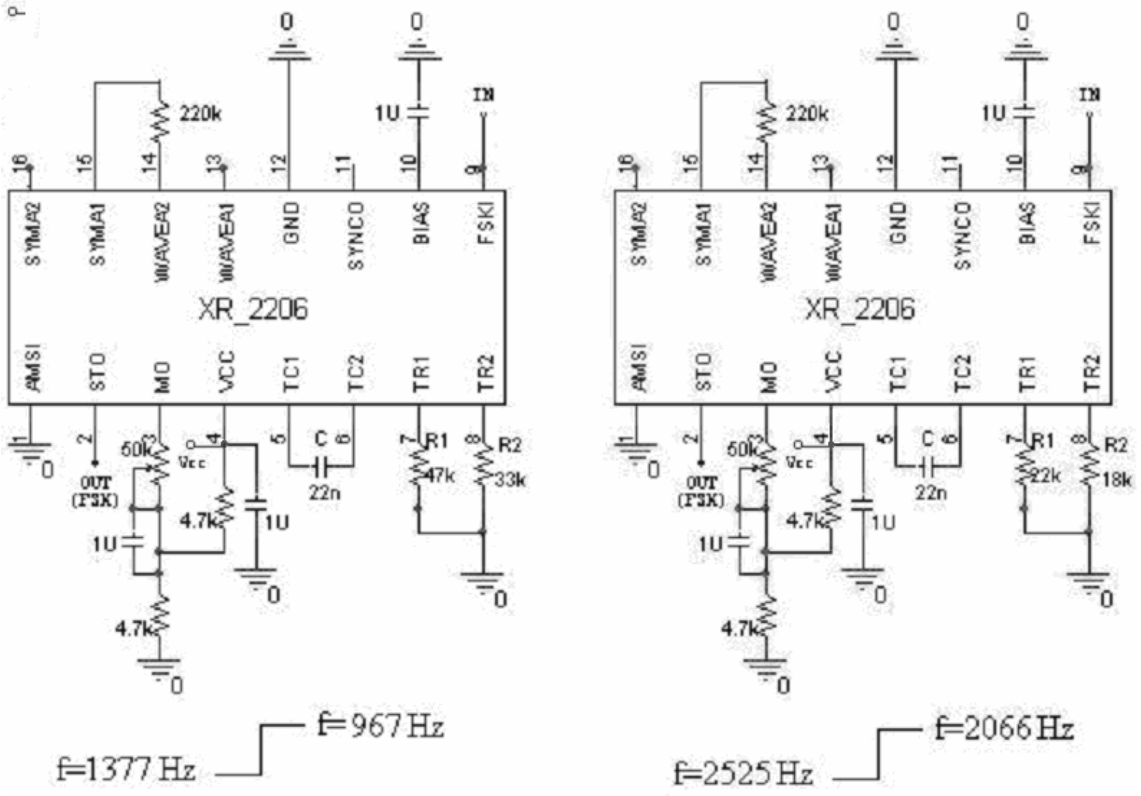
چنان‌چه قبل از پنج زنگ ارتباط به طریقی قطع شود یا بین دو زنگ متوالی بیشتر از شش ثانیه تأخیر بیافتد، میکروکنترلر ارتباط را قطع کرده و به حالت IDLE می‌رود (هر زنگ تلفن حدود چهار ثانیه، یک ثانیه روشن و سه ثانیه خاموش، طول می کشد).

۳- ارسال سریال اطلاعات با مدولاسیون FSK:

در این سیستم برای ارتباط دو قسمت مجزا از مدولاسیون FSK استفاده شده است. برای این منظور از آی‌سی‌های مدولاتور و دمدولاتور FSK یعنی XR-2211 و XR-2206 استفاده شده است.

از آنجا که کانال ارتباطی دو قسمت، خط تلفن می باشد فرکانس‌ها مدار زیر 3.4KHz (فیلتر مخابرات) انتخاب شده است. به دلیل دو طرفه بودن ارتباط و جلوگیری از تداخل اطلاعات از دو زوج فرکانسی مختلف برای دو قسمت ثابت و سیار استفاده شده است. (یکی از فرکانس‌های 2525Hz و 2066Hz و دیگری از فرکانس‌های 1377Hz و 967Hz استفاده می‌کند.)

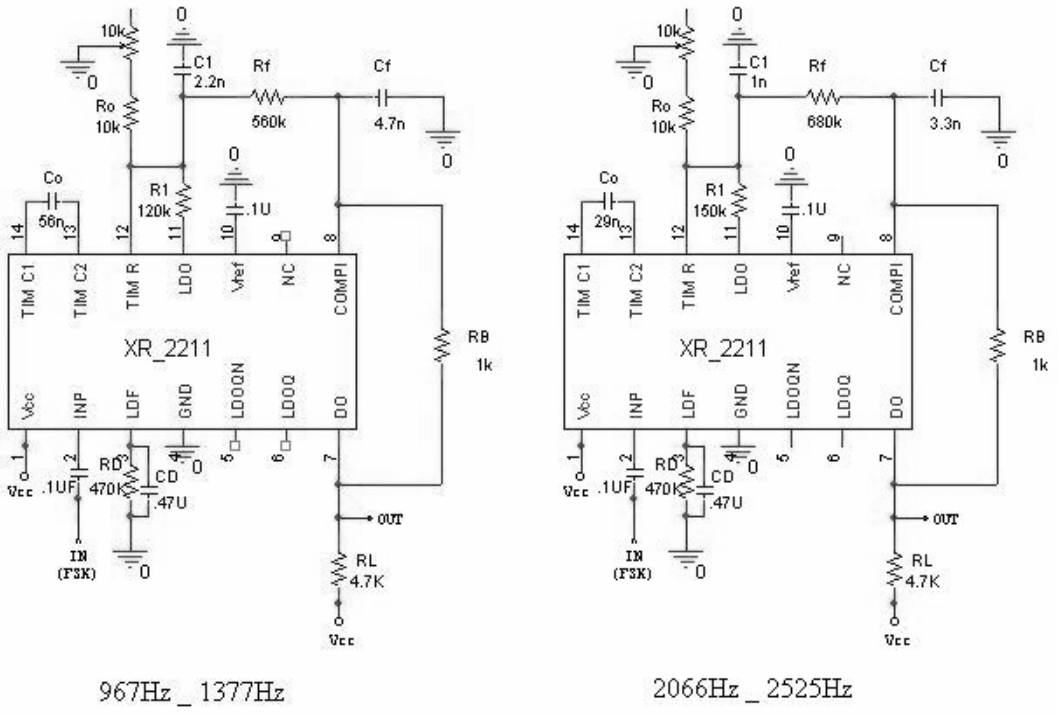
۳-۱- XR-2206: آی‌سی XR-2206 دارای یک اسیلاتور موج مربعی و سینوسی می‌باشد که فرکانس خروجی اسیلاتور آن به وسیله‌ی خازن (C_1) و دو مقاومت (R_2, R_1) مشخص می شود به این ترتیب که یکی از فرکانس های خروجی آن برابر $f_\circ = \frac{1}{R_1 C}$ (برای ورودی High) و فرکانس خروجی دیگر آن برابر $f_\circ = \frac{1}{R_2 C}$ (برای ورودی LOW) می‌باشد. دامنه‌ی موج سینوسی خروجی توسط پتانسیومتر R_3 تعیین می شود. به این ترتیب داده‌های سریال ورودی را به صورت FSK مدوله می کند (شکل۳).



شکل ۳

۳-۲- XR-2211: این آی‌سی دمولاتور FSK می باشد که با تعریف یک فرکانس مرکزی برای آن سیگنال FSK ورودی را به سیگنال دیجیتال تبدیل می کند. فرکانس مرکزی این آی‌سی توسط مقاومت $R_\circ$ و خازن $C_\circ$ تعیین می‌شود. چنانچه فرکانس های ورودی برای high و Low برابر f_1 و f_2 باشد، فرکانس مرکزی از رابطه‌ی $f_\circ = \sqrt{f_1 f_2}$ محاسبه می شود. به این ترتب با محاسبه‌ی این فرکانس و تعین مقادیر $C_\circ, R_\circ$ می توان سیگنال FSK ورودی را دمدوله کرده و به صورت دیجیتال دریافت کرد (شکل۴).

در این قسمت برای سازگاری با XR-2206 از دو فرکانس مرکزی 2284Hz برای 2525Hz و2066Hz وفرکانس مرکزی 1154Hz برای 967Hz و 1377Hz استفاده شده است.



شکل ۴

۴- جمع آوری و مبادله‌ی اطلاعات :

قسمت اصلی در تبادل اطلاعات، میکروکنترلر 89C51 می‌باشد. به این ترتیب که هر قسمت اطلاعات خود را به وسیله‌ی پورت سریال میکروکنترلر 89C51 با مدولاسیون FSK با باود 1200 برای سمت مقابل می فرستد.

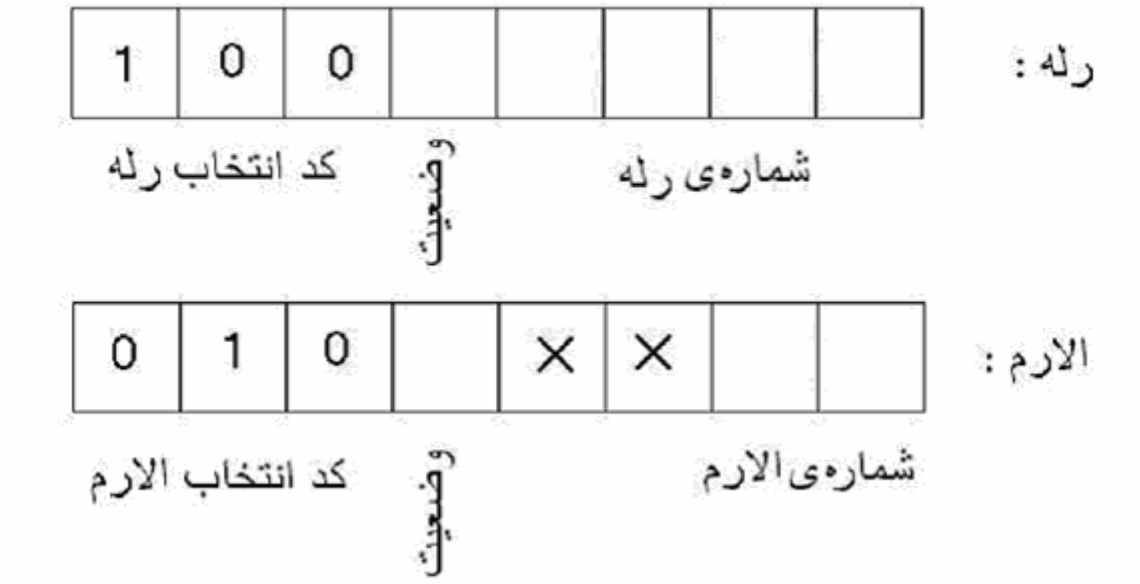
۴-۱- قسمت ثابت: قسمت ثابت مدار قادر به جمع آوری و ارسال اطلاعات هشت سنسور، وضعیت چهار آلارم و شانزده رله، تغیر وضعیت رله‌ها و ذخیره‌ی وضعیت هر یک رله‌ها توسط EEPROM (AT24C32) می‌باشد.

برای جمع‌آوری اطلاعات سنسورها ابتدا مقدار خروجی سنسور توسط یک مبدل آنالوگ به دیجیتال سریال (ADC838) به میکروکنترلرمنتقل شده و سپس توسط میکروکنترلربرای قسمت سیار ارسال می شود. مبدل ADC838 دارای هشت کانال آنالوگ ورودی می‌باشد و اطلاعات دیجیتال حاصل از تبدیل را به صورت سریال در خروجی ظاهر می‌کند. برای انتخاب شماره‌ی کانال ورودی و نوع نمونه‌برداری ، ابتدا باید چهار بیت داده به عنوان آدرس برای این آی‌سی به صورت سریال ارسال کرد. پس از تمام ارسال بیت چهارم، این آی‌سی شروع به ارسال اطلاعات کرده و هشت

بیت داده را ارسال می کند. ارسال و دریافت این اطلاعات و همچنین clock این آی‌سی توسط میکروکنترلرتامین می‌شود. پس از آنکه میکرواطلاعات سنسور را دریافت کرد، اقدام به ارسال آن‌ها برای قسمت سیار در قالب دو بایت می‌نماید. بابت اول حاوی کد و شماره‌ی سنسور بوده و بایت دوم، اطلاعات خام سنسور می‌باشد (شکل ۵). سنسور مورد استفاده در این مدار (برای نمونه) سنسور حرارت LM 35 می باشد که می‌تواند با هر سنسور دیگری نظیر رطوبت جایگزین شود. در ضمن لازم به ذکر است از مقاومت متغیر و دیود زنر متصل به Vref برای تنظم ولتاژ مبنای مبدل استفاده می‌شود (با توجه به نوع سنسور).

شکل ۵

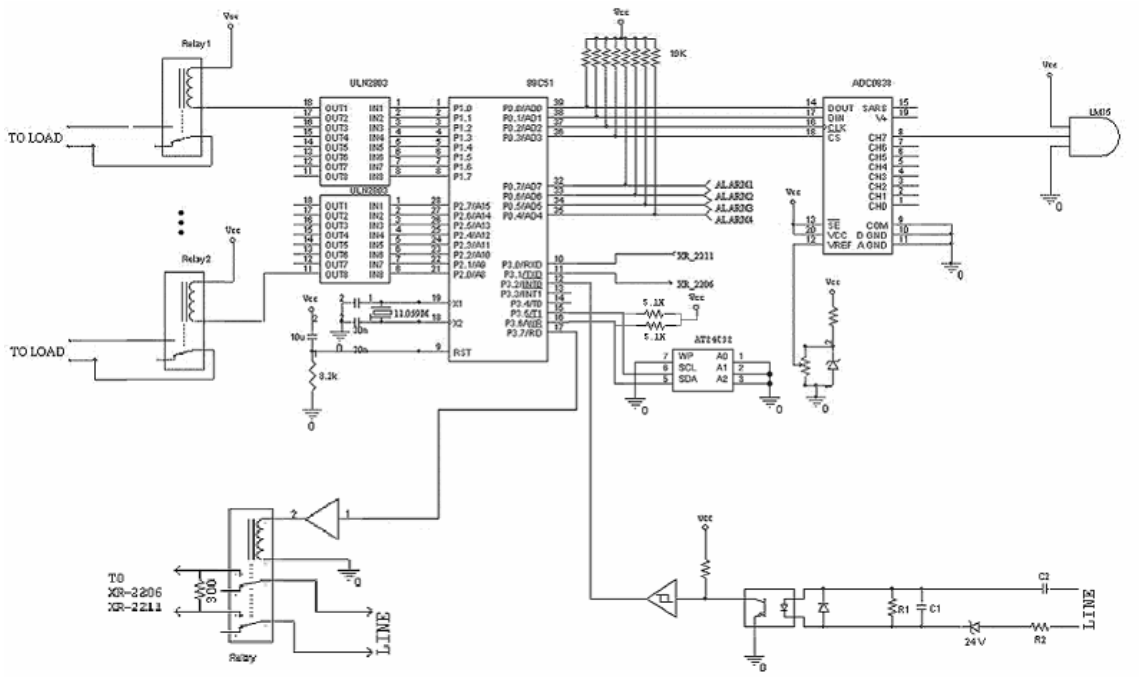
برای ارسال وضعیت آلارم‌ها یا رله‌ها ابتدا میکروکنترلروضیعت آلارم یا رله مورد نظر را خوانده و سپس در قالب یک بایت،کد و شماره‌ی رله یا آلارم و وضعیت آنرا ارسال می‌کند (شکل ۶). برای اتصال رله‌ها به میکروکنترلر از درایور ULN2803 استفاده شده است.



شکل ۶

جهت بالا بردن امنیت سیستم در زمان قطع و وصل برق و جلوگیری از تغیر وضعیت رله‌ها از یک آی‌سی AT24C32 استفاده شده است. این آی‌سی یک EEPROM سریال با قابلیت رایت با ولتاژ پایین می‌باشد. در این مدار با هر بار تغییر وضعیت رله‌ها توسط کاربر اطلاعات جدید پورت‌های متصل به رله‌ها در این آی‌سی ذخیره شده و بعد از هر بار ریست شدن میکروکنترلر (مثلاً با قطع و وصل برق) این اطلاعات به پورت‌های میکروکنترلر منتقل شده و از تغییر ناخواسته‌ی وضعیت رله‌ها جلوگیری می‌شود.

لازم به توضیح است که برای پایین آوردن توان مصرفی مدار، در زمان قطع ارتباط میکروکنترلر به حالت IDLE رفته و با اینتراپت زنگ (INT 0) از این حالت خارج می‌شود.



شکل ۷

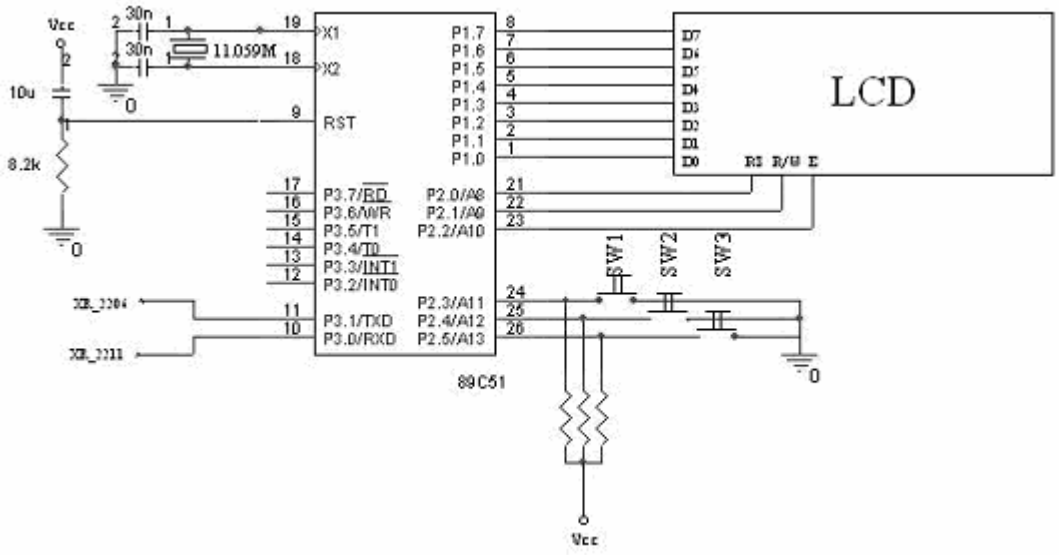
۴-۲- **قسمت سیار:** وظیفه‌ی اصلی این قسمت از مدار دریافت اطلاعات رسیده از قسمت ثابت و نمایش آنها بر روی LCD مدار و همچنین ارسال اطلاعات جهت انتخاب نوع عملکرد قسمت ثابت می باشد (شکل ۸). این مدار فاقد شماره‌گیر بوده و شماره‌ی مبدا باید توسط کاربر گرفته شود. ولی می توان با اضافه کردن مدار شماره‌گیر مدار را کاملاً مستقل کرد.

۴-۳- نحوه‌ی مبادله‌ی اطلاعات دو قسمت: با اتصال قسمت سیار به خط تلفن، این قسمت در هر ثانیه اقدام به ارسال یک کد خاص در قالب یک بایت می کند. قسمت ثابت با دریافت این کد از برقراری ارتباط اطمینان حاصل کرده و به کار خود ادامه می دهد. چنانچه در ارسال این کد بیش از شش ثانیه تاخیر ایجاد شود قسمت ثابت ارتباط را قطع می کند.

قسمت ثابت با دریافت اولین کد، اقدام به ارسال اطلاعات مربوط به یکی از سنسورها، رله‌ها یا آلارم‌ها می کند. قسمت سیار با دریافت و دیکد، این اطلاعات را بر روی LCD نمایش می‌دهد. برای اطلاع از وضعیت قسمتهای دیگر

می‌توان با استفاده از دو کلید > و < بر روی قسمت سیار، اطلاعات قسمتهای دیگر مدار را دریافت نمود. به این ترتیب که با زدن کلید > قسمت سیار کد مربوط به این کلید را ارسال کرده و قسمت ثابت با دیکد کردن آن، اطلاعات قسمت دیگر مدار را نمایش می‌دهد، کلید < نیز مانند کلید قبل کار می کند. کلید > وضعت سنسور (رله یا آلارم) قبلی و کلید < وضعت سنسور (رله یا آلارم) بعدی را نمایش می‌دهد.

برای تغییر وضعیت رله‌ها می توان ابتدا رله‌ی مورد نظر را با استفاده از کلیدهای > یا < انتخاب کرده، سپس کلید o را فشار داده با زدن این کلید مانند دو کلید قبل کد مربوطه ارسال شده و قسمت ثابت با دریافت و دیکد آن وضعیت رله‌ی مورد نظر را تغییر داده و وضعیت جدید را برای قسمت سیار ارسال می‌کند و قسمت سیار با دریافت آن وضعت جدید را نمایش می دهد.



شکل ۸

۵- نتیجه‌گیری:

هدف اصلی از این مقاله ارایه‌ی روشی نوین برای کنترل و مانیتورینگ تلفنی منزل بوده و نسبت به سیستم‌های مشابه دارای مزایای زیر می‌باشد:

- چون بدون در اختیار داشتن قسمت سیار نمی‌توان به برقراری اطلاعات پرداخت سیستم از امنیت بالایی برخوردار است. (در سیستم‌های مبتنی بر DTMF معمولاً از یک رمز عبور برای بالا بردن امنیت سیستم استفاده می‌شود.)
- پیام‌های سیستم نوشتاری بوده و امکان اشتباه را کاهش می‌دهد.
- قابلیت ارسال و دریافت اطلاعات مربوط به سنسورها والارم‌های مختلف را دارا می‌باشد.
- چون از تبادل اطلاعات به صورت دیجیتال بهره میبرد میتوان با تغییرات جزیی در مدار هر نوع اطلاعاتی را مبادله کرد.

با وجود مزایای فوق، عدم امکان ارتباط با تلفن همگانی و همراه از معایب این سیستم می‌باشد.

جهت کارایی بیشتر سیستم و بالا بردن قابلیت‌های آن موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

- می‌توان در سیستم از سیگنال‌های دست‌دهی استفاده کرد.
- با طراحی و استفاده از یک مدار واسط امکان برقراری ارتباط با استفاده از تلفن همراه را ایجاد کرد. (مثلاً با استفاده از رابط دست‌آزاد)
- با مجهز کردن قسمت سیار به شماره‌گیر، این قسمت را مستقل نمود.
- می‌توان با متصل نمودن RCT به مدار قسمت ثابت امکان زمان‌سنجی را به مدار داد.

۶- مراجع:

[۱] مزیدی. م، مزیدی. ج: میکروکنترلر ۸۰۵۱، دکتر قدرت سپیدنام،چاپ اول، باغانی، ۱۳۸۰.

[۲] AT89C51, www.atmel.com.

[۳] National Semiconductor Corporation: ADC0838 8-Bit Serial I/O A/D Converters with Multiplexer Options, www.national.com

[۴] Monolithic Function Generator: XR-2206, EXAR Corporation.

[۵] FSK Demodulator/Tone Decoder: XR-2211, EXAR Corporation.

[۶] 2-Wire Serial EEPROM: AT24C32, www.atmel.com.

[۷] Application Note: Interfacing24CXX Serial EEPROMs, www.atmel.com.

[۸] SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA: ULN2803 OCTAL PERIPHERAL DRIVER ARRAYS, MOTOROLA ANALOG IC DEVICE DATA.