پایش و کنترل اطلاعات نیروگاه‌های هیبریدی بادی خورشیدی از طریق شبکه‌های مخابراتی

مصطفی حسنعلیان، محمد علی بدری

چکیده – از آن‌جایی که هر نیروگاه هیبریدی دارای مولفه‌های خاص خود می-باشد، از این رو نگهداری و کنترل هر یک از این تجهیزات حایز اهمیت است. امروزه نگهداری و کنترل توربین‌های بادی و پنل‌های خورشیدی در یک نیروگاه هیبریدی بادی خورشیدی از مباحث مهم در فرآیند تولید برق از طریق انرژی های تجدید پذیر محسوب می‌شود. در این مقاله چگونگی کنترل و آگاهی یافتن از سلامت کارکرد هر یک از مولفه‌های تشکیل دهنده نیروگاه، توسط شبکه مخابراتی مورد بحث قرار گرفته است که در آن اپراتورهای نیروگاه، از طریق شبکه مخابراتی (سیستم تلفن همراه) از وضعیت پارامترهای مختلف نیروگاه آگاه می‌شوند. سیستم طراحی شده به گونه‌ای است که در آن تمامی ارتباطات بین اوپراتور نیروگاه و همچنین دریافت یا ارسال داده یا فرمان از طریق سیستم تلفن همراه صورت می‌پذیرد.

***واژه‌های کلیدی*- پایش، نیروگاه هیبریدی، شبکه‌های مخابراتی، آشکار ساز**

۱- مقدمه

امروزه گرم شدن هوای کره زمین به خاطر اثرات منفی گازهای گلخانه‌ای، یکی از مسائل مهمی است که بشر با آن درگیر می‌باشد. استفاده از سوخت‌های فسیلی جهت تامین سوخت موردنیاز نیروگاه‌ها علاوه بر تمام شدن سریع آن‌ها باعث افزایش آلودگی محیط زیست می‌گردد به گونه‌ای که طبق برآوردهای انجام شده به ازای تولید هر مگاوات ساعت تولید انرژی با سوخت گازوئیل، مقدار ۲۱/۳ کیلوگرم انواع اکسیدها، کربن و منواکسید کربن و ۶۵۷ کیلوگرم دی اکسید کربن وارد هوا می‌شود [۱]. رشد روز افزون قیمت گاز طبیعی و نفت و کاهش سوخت‌های فسیلی موجب شده است که استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر همچون باد، خورشید، ژئوترمال، بیوماس و... یا ترکیب آن‌ها به عنوان منبعی تمیز، تمام ناشدنی، نامحدود و سازگار با محیط زیست مورد توجه بیشتری قرار بگیرد. ویژگی‌های ذکر شده انرژی‌های تجدیدپذیر موجب شده است که امروزه از آن‌ها در مقایس بزرگ استفاده شود. از بین انرژی‌های تجدید پذیر، انرژی‌های باد و خورشید در دسترس‌ترین انرژی‌ها محسوب می‌گردند اما از مشکلات آن‌ها می‌توان به وابستگی آن‌ها به شرایط محیطی و اقلیمی اشاره نمود. ترکیب دو منبع انرژی با همدیگر می‌تواند بر ضعف هر یک از آن‌ها غلبه نماید. سیستمی که از دو یا چند منبع انرژی استفاده می‌کند هیبرید نامیده می‌شود. انرژی هیبریدی از جمله انرژی‌های تجدید پذیر نو محسوب می‌شود و به این دلیل به آن هیبرید می‌گویند که ترکیبی از دو یا چند منبع انرژی می‌باشد. ترکیب دو منبع انرژی ثابت کرده است که تولید انرژی در صورت ترکیب می‌تواند بازده بیشتری داشته باشد. استفاده از نیروگاه‌های هیبریدی معمولاً در مناطق دور افتاده در دستور کار قرار دارد. امروزه استفاده از انرژی‌های هیبریدی به دلیل افزایش قیمت سوخت فسیلی مسئله‌ای رایج و نو در دنیا محسوب می‌شود. معمولاً ترکیب های مختلفی از دو یا چند منبع انرژی می‌تواند وجود داشته باشد اما مهم‌ترین آن‌ها ترکیب دو یا چند انرژی تجدید پذیر است که از جمله آن‌ها می‌توان از انرژی‌های خورشیدی و بادی نام برد. معمولاً از انرژی هیبریدی جهت تولید برق در مصارف خانگی و همچنین در آسیاب‌ها استفاده می‌شود. استفاده از انرژی هیبریدی فناوری است که در چند سال اخیر مورد توجه قرار گرفته است. نیروگاه‌های هیبریدی ثابت کرده‌اند که برای کاهش نقص‌ها و معایب سوخت‌های فسیلی مفید می‌باشند و می‌توانند انرژی موردنیاز مناطق دور دست را بدون خسارت به محیط زیست، تأمین نمایند. [۲]

۲- حفاظت و کنترل نیروگاه‌ها

همانطور که ذکر گردید بعضی از نیروگاه‌های هیبریدی بادی خورشیدی در مناطق دور افتاده طراحی و ساخته می‌شوند و از آن جایی که هر نیروگاه هیبریدی دارای مولفه‌های می‌باشند، از این رو نگهداری و کنترل هر یک از این تجهیزات حایز اهمیت است. امروزه نگهداری و کنترل توربین‌های بادی و پنل‌های خورشیدی در یک نیروگاه هیبریدی بادی خورشیدی از مباحث مهم در فرآیند تولید برق از طریق انرژی های تجدبد پذیر محسوب می‌گردند. عدم نگهداری و کنترل به موقع هر یک از پارامترها در یک نیروگاه می-تواند باعث کاهش بازده کلی نیروگاه و نتیجتاً کاهش میزان برق تولیدی و حتی ایجاد خسارت گردد. در کنترل و نگهداری تجهیزات تشکیل دهنده نیروگاه بایستی نحوه عملکرد هر یک حین

مصطفی حسنعلیان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده مهندسی مکانیک، اصفهان، m.hassanalian@me.iut.ac.ir
محمد علی بدری، دانشگاه صنعتی اصفهان، پژوهشکده علوم و تکنولوژی زیر دریا، اصفهان، malbdr@cc.iut.ac.ir

کار در یک فاصله زمانی معین کنترل، بررسی و با حالت قبلی مقایسه گردد. به عنوان مثال لازم است میزان برق تولیدی توسط یک توربین بادی دایماً با زمان‌های اولیه نصب در نیروگاه در شرایط یکسان (از لحاظ سرعت باد) کنترل و مقایسه گردد. از جمله پارامترهای مهمی که در طول کارکرد یک نیروگاه هیبریدی تولید برق بایستی کنترل و نگهداری گردد می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

۱- میزان ارتعاشات پایه توربین بادی نصب شده در فونداسیون
۲- میزان ارتعاشات پره‌های توربین بادی حین دوران
۳- میزان خوردگی بدنه توربین بادی
۴- میزان تغییرات سرعت چرخش پره به هنگام وزش باد در طول کارکرد توربین بادی
۵- نحوه عملکرد گیربکس توربین بادی در طول کارکرد توربین
۶- میزان برق و توان تولیدی توربین بادی در طول زمان
۷- سلامت پنل‌های خورشیدی مورد استفاده در نیروگاه
۸- میزان تمیز بودن پنل‌های خورشیدی
۹- میزان برق و توان تولیدی توسط پنل‌های خورشیدی
۱۰- سلامت سیم‌های رابط
۱۱- سلامت بانک باتری‌های مورد استفاده
۱۲- سلامت اینورتورهای مورد استفاده در نیروگاه

در این مقاله سعی شده است که برای پایش و کنترل اطلاعات و عملکرد هر یک از پارامترهای ذکر شده روش جدیدی ارایه شود که در آن نیاز به حضور دایمی اپراتورهای حفاظت و کنترل در محل نیروگاه نباشد.

۳- روش ارایه شده جهت پایش و کنترل نیروگاه

روش ارایه شده در این مقاله پایش، کنترل و آگاهی یافتن از سلامت کارکرد هر یک از مولفه‌های تشکیل دهنده نیروگاه هیبریدی بادی خورشیدی از طریق شبکه مخابراتی می‌باشد. با نصب و پیاده سازی سنسورهای مربوطه در مکان‌های خاص خود، می‌توان وضعیت هر یک از پارامترهای ذکر شده را کنترل نمود. به عنوان مثال با نصب یک اینکدر می‌توان سرعت چرخش پره‌های توربین و یا با استفاده از سنسورهای مناسب میزان ارتعاش کل توربین را حین کار اندازه گیری کرد. در طراحی این سیستم یک مرکز فرمان دهی داده پیاده سازی‌شده که در آن مرکز، داده‌های اندازه گیری شده توسط سنسورها برای هر یک از پارامترها ثبت و کنترل می‌گردد. در این مرکز فرماندهی که یک تحلیل‌گر کامپیوتری می‌باشد، در ابتدا حالت ایده آل تعریف و ثبت می‌شود به گونه‌ای که داده‌ها در یک بازه زمانی اندازه گیری و با شرایط ایده آل مقایسه گردند. سیستم طراحی شده به گونه‌ای است که به هنگام وقوع اختلاف بین حالت موجود با حالت ایده آل و یا ایجاد مشکل برای هر مولفه، شرایط و میزان اختلاف از طریق شبکه مخابراتی برای اپراتورهای تعمیرات SMS می‌گردد. در این سیستم، اطلاع از وضعیت هر یک از پارامترهای تشکیل دهنده نیروگاه و مشاهده و کنترل آن‌ها توسط خطوط مخابراتی و با نصب و برنامه ریزی یک بورد مجهز به سیم کارت، دوربین، و ... در مرکز فرماندهی انجام می‌پذیرد. خروجی هر یک از سنسورها به بورد مرکزی یک تلفن همراه متصل بوده که در صورت مغایرت با شرایط ایده آل با اپراتور تماس گرفته شده و یا پیامک ارسال می‌شود. روش ارائه شده در این جا ارسال فرامین و دریافت اطلاعات به وسیله تلفن همراه می‌باشد.

۴- ارسال فرامین و کنترل وضعیت نیروگاه توسط سیستم‌های مخابراتی

روش ارائه شده در این مقاله ارسال فرامین و کنترل وضعیت نیروگاه به وسیله خط تلفن و تلفن همراه می‌باشد. عملکرد سیستم به این صورت است که به وسیله یک تلفن همراه مجهز به سیستم تن می‌توان در هر لحظه از شرایط نیروگاه شامل سلامت قطعات، میزان برق تولیدی و غیره در هر لحظه آگاه گردید. سیستم تن از آن جهت مورد توجه است که سریع‌تر، کامل‌تر و انعطاف پذیرتر از سیستم پالس می‌باشد و احتمال اثر گذاری نویز بر روی آن نیز تقریباً وجود ندارد. این مدار همواره با سیم کارت تلفن همراه ارتباط داشته و رله‌های آن به صورت غیر مستقیم به خروجی‌های سنسورهای نصب شده در نیروگاه وصل می‌گردد. در طرف اپراتور نیز، نیاز به استفاده از هیچ مدار خاصی نبوده و تنها با انجام یک تماس با تلفن همراه می‌توان از این سیستم استفاده نمود. هدف عمده مدار طراحی شده، کنترل از راه دور وضعیت نیرگاه می‌باشدکه شامل دو بخش الکترونیکی و نرم افزاری می‌باشد که ابتدا به بخش الکترونیکی آن پرداخته می‌شود.

۵- بخش الکترونیکی سیستم

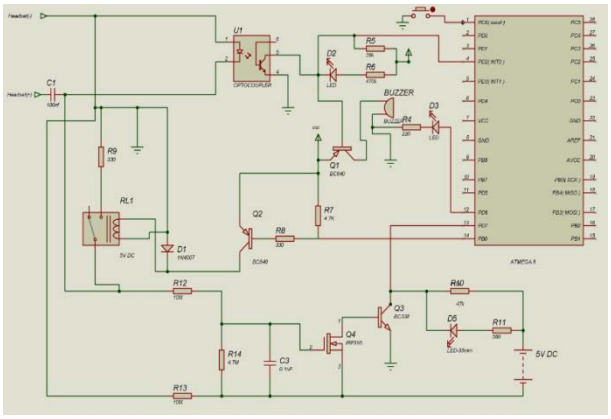
این مدار همواره با سیم کارت تلفن همراه ارتباط داشته و رله‌های آن به تجهیزات الکترونیکی مورد نظر در مرکز فرماندهی و سنسورها وصل می‌گردد. در طرف کاربر نیز، نیاز به استفاده از هیچ مدار خاصی نبوده و تنها با انجام یک تماس با تلفن همراه مورد استفاده در آن ها می‌توان از این سیستم استفاده نمود. این سیستم امکانات زیر را دارا می باشد:

۱- امکان تعیین تعداد بوق خوردن و وصل شدن به نیروگاه
۲- رمز نگاریی سیستم ورودی جهت عدم دسترسی سایر افراد به رمز انتخابی جهت پایش نیروگاه

۳- امکان برقراری ارتباط با نیروگاه از فاصله صدها کیلومتر
۴-امکان کنترل تجهیزات نصب شده در نیروگاه در حین مکالمه
۵- اطلاع از وضعیت جوی نیروگاه شامل سرعت باد، میزان تابش
۶- اطلاع از نحوه عملکرد هر یک از زیر سیستم‌ها
۷- اطلاع از خروجی‌های هر یک از سنسورهای نصب شده در نیروگاه
۸- اطلاع از میزان برق و توان تولیدی توسط توربین و پنل‌های خورشیدی
۹- اطلاع از میزان تمیز بودن پنل‌ها و ....
۱۰- ارسال تصاویر از بخش‌های مختلف نیروگاه توسط سیستم مخابراتی

۵-۱ تشخیص و شمردن سیگنال زنگ

سیگنال زنگ یک موج سینوسی است که بر روی ولتاژ DC سوار است. این مدار باید بتواند سیگنال زنگ ارسالی از مرکز تلفن را آشکار کرده و سیگنالی قابل اطمینان را به پردازنده انتقال دهد. عمل آشکار سازی زنگ توسط مدار شکل (۱) انجام می‌شود.

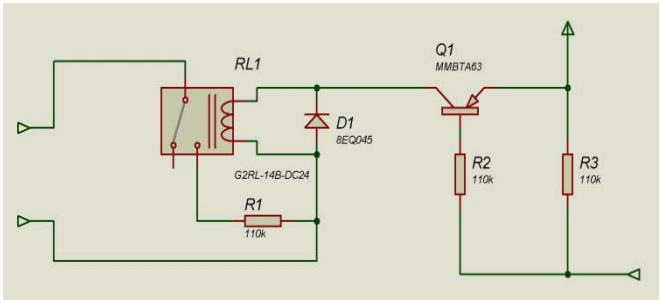


شکل۱- مدار شماتیک آشکار ساز زنگ و اشغال ساز خط

همانطور که در شکل (۱) دیده می‌شود وقتی گوشی تلفن همراه نصب شده در نیروگاه زنگ می‌خورد جهت گرفتن خروجی از تلفن همراه، از هدست گوشی استفاده می‌شود. خروجی هدست در ابتدا به یک خازن C_1 که وظیفه آن، جدا کردن جریان DC از AC می‌باشد، متصل می‌شود. در این مدار به دلیل پایین بودن ولتاژ خروجی هدست از ۵ ولت، یک ترانزیستور جهت تقویت ولتاژ و یک دیود زنر جهت تثبیت آن به کار می‌رود سپس ولتاژ به اوپتوکوپلر که خود به PD2 یا وقفه میکرو متصل می‌باشد، اعمال می‌گردد. علت استفاده از اوپتوکوپلر جداسازی زمین ها و ایزولاسیون خط و همچنین ایجاد پالسی با دقت بالا می‌باشد. در میکروکنترلر نشان داده شده در شکل (۱) قسمت‌هایی با نام وقفه تعبیه شده است که پس از دریافت وقفه‌ها توسط آن از مدار آشکارساز زنگ، میکرو باید دستور آزاد کردن خط را صادر نماید.

۵-۲ پایین آوردن امپدانس خط (برداشتن گوشی)

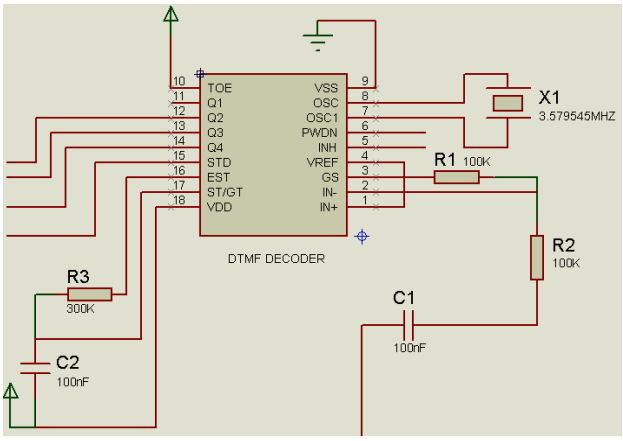
آن‌جایی که این مدار باید بتواند به صورت خود کار بعد از تعداد زنگ معین به خط تلفن متصل شود از یک رله استفاده می شود که پایه تحریک این رله به یکی از پایه های میکروکنترلر متصل است از آن‌جا که در سیگنال ورودی به رله با وجود بالا بودن افت شدیدی مشاهده می‌شود از یک بافرکه به صورت ترانزیستور دو طبقه است استفاده می‌شود بعد از تحریک رله مقاومت وارد مدار می‌شود و با آمدن این مقاومت در مدار ولتاژ خط افت زیادی می‌کند و جریانی ایجاد می‌شود که موجب برقراری ارتباط با شخص تماس گیرنده می‌شود. به عبارت دیگر میکرو کنترلر پس از دریافت وقفه‌ها از مدار آشکار ساز زنگ باید دستور آزاد کردن خط را صادر کند، این کار توسط رله که خود نیز توسط ترانزیستور راه اندازی می شود، انجام می‌پذیرد. مدار راه انداز رله در شکل (۲) دیده می‌شود. [۳، ۴]



شکل۲- مدار راه انداز رله

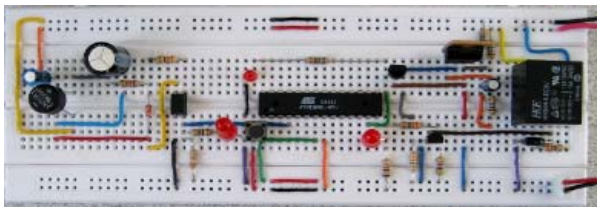
۵-۳ آشکار ساز تن

مبنای اصلی عملکرد دستگاه هایی که از خطوط تلفن همراه فرمان می‌گیرند، استفاده از سیگنال‌های تن و آشکارسازهای تن می‌باشد. تلفن همراه‌ها که مجهز به سیستم تن هستند به طور کلی هفت سیگنال تن را تولید می‌کنند که سه تای آن‌ها مربوط به ستون‌های صفحه کلید و چهارتای دیگر مربوط به سطرهای صفحه کلید می‌باشد. یعنی هنگامی که ما یک کلید از دوازده کلید را فشار می‌دهیم، ترکیبی از دو سیگنال تن، تولید می‌شود. برای این‌که بتوانیم کلید فشرده را تشخیص دهیم باید از آشکار ساز تن استفاده کنیم. در شکل (۳) شماتیکی از مدار آشکار ساز تن نشان داده شده است. [۵]



شکل۳- نمایی شماتیک از آشکار ساز تن

در این سیستم با استفاده از آشکارساز تن کدهای مربوط به هر سیستم به میکروکنترلر ارسال می شود. آشکارساز مورد استفاده در این سیستم که شامل فیلترهای Band-Pass، یک Decoder و یک Latch است در ورودی سیگنال های تن را دریافت نموده و در خروجی به صورت یک عدد چهار بیتی نمایش می‌دهد. به این صورت که فیلترهای میان گذر تمامی شانزده DTMF را فیلتر نموده و اطلاعات Decode می‌شوند سپس توسط یک مبدل کد، به کد چهار بیتی تبدیل می‌شوند و در نهایت اطلاعات چهار بیتی Latch می‌شوند. به عبارتی با دریافت اولین عدد توسط سیستم (عدد فرستاده شده توسط کاربر) ابتدا پالس STD ظاهر شده و به وقفه PD3 یا (INT1) میکروکنترلر فرستاده می‌شود و پس از Latch شدن عدد، در پایه های Q1 تا Q4 خوانده می‌شود. [۶]



شکل ۴- نمایی از بورد آشکار ساز تن

۶- شرح کلی عملکرد مدار

در ابتدا پس از آن‌که کاربر تماس برقرار نمود، در تلفن همراه گیرنده (نصب شده در نیروگاه)، تعداد پالس‌های زنگ شمارش می-شود. چون شکل موج سیگنال زنگ، یک شکل موج تقریباً سینوسی است ابتدا به یک پالس تبدیل شده، به طوری‌که هنگامی که خط آزاد است سطح ولتاژ یک و در هنگام رسیدن هر سیگنال زنگ مقدار صفر ولت را خواهد داشت. بدین ترتیب میکرو کنترلر با تغییر از سطح ولتاژ یک به صفر ولت عمل شمارش زنگ را انجام داده و با رسیدن زنگ‌ها به تعداد تعریف شده، شمارش قطع شده و پایه مربوط به رله برداشتن گوشی فعال می‌شود تا میکرو کنترلر آماده دریافت پیغام گردد. عددی که توسط اپراتور فرستاده می‌شود توسط آشکار ساز معنی شده و در این‌جا برای اپراتور پیغامی ارسال می‌شود، تا از کدهای وارد شده به هر سیستم مطلع شود. برای مثال برای آگاهی یافتن از سرعت دوران پره‌ها یا سرعت باد در منطقه یک کد در نظر گرفته می‌شود. با وارد کردن شماره مورد نظر، دستگاه از وضعیت فعلی خود مطلع می‌شود. در این‌جا کدهای تغییر وضعیت نیز برای اپراتور ارسال می‌گردد سپس اپراتور با وارد کردن کد مورد نظر می‌تواند وضعیت فعلی دستگاه را تغییر دهد. پس از هر بار تغییر به منظور اطمینان از عملکرد سیستم مجدداً وضعیت دستگاه برای اپراتور اعلام می‌شود. پس از وارد شدن به هر سیستم در صورت تمایل با انتخاب کد بازگشت می-توان از سیستم فعلی خارج شد تا برای کار با سیستم‌های دیگر، کد مربوطه انتخاب گردد و بدین ترتیب از تمام سیستم‌های موجود اطلاع حاصل می گردد.

۶-۱ چگونگی پایش و کنترل نیروگاه توسط سیستم

سیستم طراحی شده قادر به انجام فعالیت‌های زیر می‌باشد:

۱- اندازه گیری هر یک از پارامترها توسط سنسورها

۲- ثبت هر یک از داده‌های اندازه گیری شده

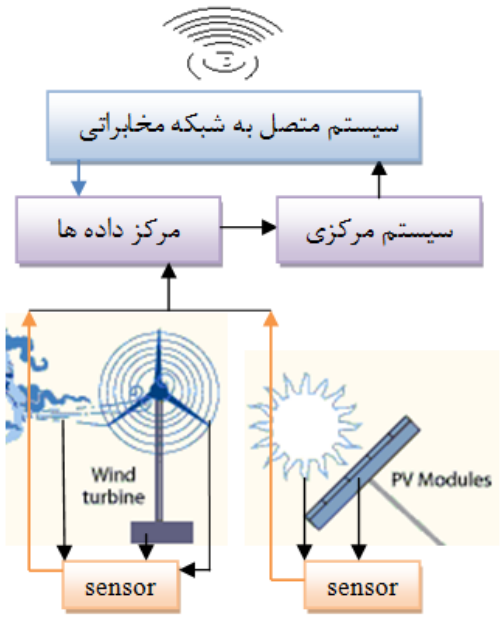
۳- مقایسه داده‌ها با حالت بهینه توسط سیستم مرکزی

۴- ارسال خودکار پیامک به کاربر در صورت وجود اختلاف بین حالت طبیعی سیستم و حالت بحرانی

۵- دریافت دستور از اپراتور جهت انجام هر یک از فرامین

۶- اعلام وضعیت هر یک از پارامترهای ثبت شده به اپراتور

در شکل (۵) نمایی شماتیک از سیستم نشان داده شده است.



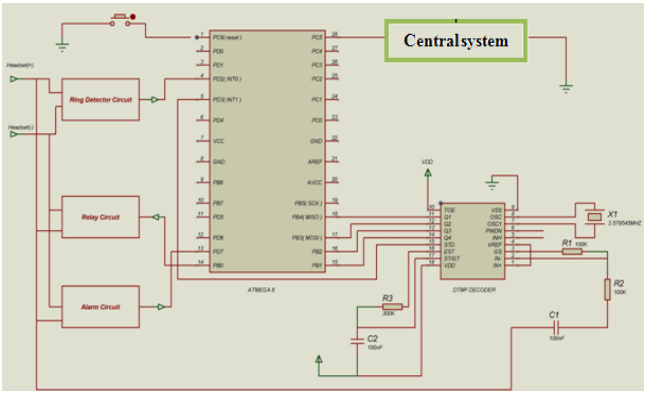
شکل ۵- شماتیکی از سیستم

۷- بخش نرم افزاری سیستم

در بخش نرم افزاریی سیستم، تمامی مراحل عملکردی از قبیل ارسال و دریافت داده‌ها توسط سیستم، ارسال فرامین توسط اپراتور، انجام مقایسه بین داده‌های اندازه گیری شده با حالت بهینه، عکس برداری سیستم و ارسال از طریق سیستم MMS، در میکروکنترلر و یا سیستم مخابراتی نصب شده در نیروگاه برنامه ریزی می‌گردد. برای مثال اپراتور در صورت نیاز به عکس گرفتن از منطقه‌ای خاص در نیروگاه و مشاهده وضعیت (برای مثال وضعیت سلامت سلول-های خورشیدی)، به سیستم پالس مورد نظر را می‌فرستد و نرم افزار نصب شده با گرفتن پالس، دوربین را فعال کرده و تعدای عکس که با کنترل مشخص می‌شود را گرفته و با سیستم MMS به کاربر ارسال می‌کند.

۸- شماتیک کلی مدار

در شکل (۶) شماتیکی از مدار کلی نشان داده شده است. که خروجی این سیستم فقط سیستم مرکزی را شامل گردیده است.



شکل ۶- شماتیکی کلی از سیستم مخابراتی

۹- بررسی معایب و محاسن سیستم

این دستگاه یک سیستم کنترل از راه دور است که با استفاده از شبکه مخابراتی کار می‌کند. این دستگاه برای کار با سیستم تن طراحی شده است و قادر است ۱۰ کانال را به صورت دو حالت خاموش یا روشن کنترل کند. البته تعداد کانال‌های ارتباطی را در صورت نیاز می‌توان با افزودن یک طبقه به ۳۲ کانال رساند. از جمله پارامترهای مهمی که برای بررسی دستگاه‌های کنترل از راه دور مورد بحث قرار می‌گیرند برد مفید آن دستگاه است. منظور از برد مفید در اینجا فاصله مکانی است که از آن‌جا اپراتور همچنان قادر به برقراری ارتباط و کنترل وضعیت نیروگاه خواهد بود. با توجه به این‌که در این سیستم برای ارسال و دریافت اطلاعات و فرامین از شبکه تلفن استفاده می‌شود لذا برد قابل کنترل برای این دستگاه مستقیماً به میزان گستردگی و قابلیت شبکه مخابراتی بستگی دارد. به عبارت دیگر از هر کجایی که امکان برقراری ارتباط با شبکه مخابراتی موجود باشد می‌توان نیروگاه‌ها را کنترل و پایش کرد. این موضوع خود بیانگر قابلیت بسیار مهم سیستم یعنی سهولت در دستیابی و استفاده برای اپراتور است. همچنین این سیستم قابلیت کنترل توسط دستگاه‌های تلفن ثابت و همراه را نیز دارا می‌باشد. درعین حال ضعف کنترلی این دستگاه مستقیماً از ضعف شبکه مخابراتی در پوشش ارتباطی همه مناطق ناشی می‌شود. لازم به ذکر است که تأخیر در دریافت یا ارسال اطلاعات بستگی به میزان پهنای باند مورد استفاده در شبکه مخابراتی دارد اما با توجه به این‌که صحبت کردن از طریق تلفن همراه به صورت آنی می‌باشد فرامین ارسالی به نیروگاه هم به صورت آ نی عمل خواهد کرد ولی سایر تأخیرها در SMS و MMS به پهنای باند شبکه بستگی دارد.

۱۰- نتیجه گیری

هدف اصلی طراحی سیستم ارسال فرامین، دریافت داده و کنترل و پایش از راه دور نیروگاه‌های هیبریدی بادی خورشیدی می‌باشد که امروزه از مهم‌ترین مسایل در ایمنی و نظارت محسوب می‌گردند. این سیستم با توجه به گسترش روز افزون شبکه‌های مخابراتی در سرتاسر کره خاکی می‌تواند روشی مناسب برای نظارت بر وضعیت این نیروگاه‌ها مطرح شود. این سیستم علاوه بر ارزان قیمت بودن، مزایای بیشتری نسبت سایر روش‌های نظارتی و کنترلی دارد. لازم به ذکر است که با توجه به آنی بودن مکالمات تلفنی، دستورات ارسالی برای سیستم مرکزی نصب شده در نیروگاه‌ها از سوی اپراتور در کم‌ترین زمان و تقریباً به صورت آنی انجام می‌پذیرد.

۱۱- مراجع

محمد علی سماعی، حسین صادقی، "*بررسی عملکرد و بهبود توربین‌های بادی کلاسیک* "، چهارمین کنفرانس سراسری روستا و انرژی، چابهار،۱۳۷۹.

مصطفی حسنعلیان، محمد علی بدری،" طراحی نیروگاه هیبریدی بادی خورشیدی با کمک نرم‌افزار HOMER " اولین کنفرانس اصلاح الگوی مصرف و تولید، کرمان مهر۱۳۹۰.

[1] Fike, J, Understanding Telephone Electronics, Butterworth-Heinemann Ltd, New edition of 3 Revised edition (28 Feb 1997).

[2] Kuecken, A., Taking Computers and Telecommunications, Chapman & Hall; First Edition (May 2000).

[3] Basheer, M and Varghese, G., Device Control Using Mobile Phone, 2005A.

[4] Ladwa, T and Dalei, N., Control of Remote Domestic System Using DTMF, ICICI-BME, Bandung, Indonesia, 2009.