



نظارت، کنترل و مانیتورینگ سیستم‌های قدرت مبتنی بر اینترنت اشیا IOT و عملیاتی نمودن آن در شبکه Wifi

پدرام پاکروان¹، دانشجوی کارشناسی ارشد، حسین عسکریان ابیانه²، استاد،

۱- دانشکده مهندسی برق- دانشگاه صنعتی امیرکبیر- تهران- ایران

pedram.pakravan.317@gmail.com

۲- دانشکده مهندسی کامپیوتر- دانشگاه صنعتی امیرکبیر - تهران- ایران

چکیده: این مقاله با هدف ارائه یک مرور کلی از سناریو IOT و بررسی امکانات آن جهت بهبود بهره‌وری و کنترل در شبکه تدوین شده است. فن آوری‌ها و شبکه‌های هوشمند و همچنین، استفاده آن در شبکه قدرت را نیز شرح می‌دهد. رشد و توسعه اینترنت اشیا در سال‌های اخیر باعث گسترده‌تر شدن دامنه داده‌ها و اطلاعات شده است به موجب این روند دامنه وسیعی از خدمات جدید ایجاد شده است. در سال‌های اخیر پشتیبانی از مدیریت و کنترل بحران، و رشد فزاینده در استفاده از فناوری اطلاعات (IT) را شاهد بوده ایم. تجربیات بدست آمده از شرایط اضطراری گوناگون، اعم از افزایش پیک مصرف و عدم مدیریت حفاظت درست نشان داده که چگونه ظهور تکنولوژی‌های نوین شبکه، و بطور کلی دستاوردهای حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات بطور قابل توجهی باعث تغییر در روش ارائه اطلاعات در زمینه مدیریت شرایط بحران شده و در حوزه‌هایی نظیر تصمیم‌گیری، مدیریت به اشتراک گذاری اطلاعات، ارتباطات، هماهنگی و هوشیاری لحظه‌ای (مبتنی بر وضعیت و موقعیت) باعث افزایش و بهبود کارایی مدیریت در شرایط عادی و اضطراری گردیده است. از میان تکنولوژی‌های نوین می‌توان از شبکه‌های هوشمند، اینترنت اشیا و سیستم‌های نوین دیجیتال نام برد که در این مقاله ضمن اشاره به نقش اینترنت اشیا در مدیریت و بهبود کیفیت و کاهش تلفات به تاثیر شگرف این تکنولوژی در مبحث کاهش خسارات و صدمات پرداخته تا بتوان به عنوان نمونه‌ای برای استفاده در شبکه قدرت مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی

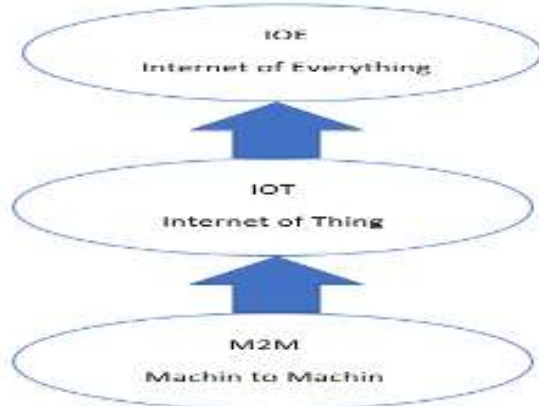
اینترنت اشیا- افزایش بهره‌وری، بهبود و ارتقاء کیفیت برق، پیک سایی، نظارت و مدیریت هوشمند

۱- مقدمه

می‌تواند وسایل شامل تلویزیون، سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی، روشنایی و غیره را دربرگیرد [۲].

برای توصیف آینده‌های که در آن اشیای فیزیکی یکی پس از دیگری به اینترنت وصل می‌شوند و با اشیای دیگر در ارتباط قرار می‌گیرند. در این تکنولوژی به هر چیز یک شناسه ID منحصر به فرد و همچنین یک IP تعلق می‌گیرد که بتواند داده‌ها را برای پایگاه داده مشخص شده ارسال کند.

مفهوم مهم دیگر، اینترنت اشیا ماشین به ماشین یا M2M است. این مفهوم راهی را که یک ماشین با ماشین دیگر جهت برقراری ارتباط انتخاب می‌کند نشان می‌دهد. اینترنت اشیا هم چگونگی برقراری ارتباط یک دستگاه هوشمند با سرویس ابری و هم چگونگی اتصال دستگاه‌ها به همدیگر را نشان می‌دهد [۳].



شکل (۱): روند تکامل IOT

مطابق شکل ۱- روند تکامل به این گونه بوده که ابتدا ارتباط بین ماشین با ماشین M2M بوده با استفاده از شبکه‌های مختلف مخابراتی صورت می‌گیرد که به طور مثال در صنعت اطلاعات از سنسور گرفته شده وارد کامپیوتر شخصی شده سپس پردازش محلی شده و برای اجرا به ماشینی از راه نزدیک فرستاده می‌شود. ولی در IOT اشیا به شبکه اینترنت متصل بوده که در این حال فرمان و پردازش می‌تواند محلی نباشد. در سیستم IOE همه ساختارها از جمله اشیا، انسان‌ها ... به هم توسط شبکه اینترنت متصل شده و پردازش روی کلیه داده‌ها انجام می‌شود. با اینکه تعداد node ها (سیستم دارای سنسور) خیلی زیاد هست ولی پهنای باند آنها کمتر است و اطلاعات باید به صورت Real Time پردازش و ارسال شوند. همچنین Node ها باید بتوان بسیار پایین کار کنند.

بدون تردید صنعت برق جزء اساسی‌ترین و حیاتی‌ترین صنعت یک کشور به شمار می‌آید. زیرا اکثر صنایع دیگر برای حرکت و کار ناگزیر به استفاده از انرژی برق می‌باشند. علاوه بر این انرژی برق به سهولت در دسترس مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد. جوامع صنعتی نیز نیاز اجتناب‌ناپذیری به جریان الکتریکی دارند. با این توصیف، نقش سازنده تولید، انتقال و توزیع انرژی الکتریکی بیشتر نمایان می‌شود.

انرژی الکتریکی توسط سوخته‌های فسیلی در نیروگاه‌های حرارتی و یا با انرژی الکتریکی توسط سوخته‌های فسیلی در نیروگاه‌های حرارتی و یا با استفاده از پتانسیل آب پشت سدها در توربین‌های آبی و پس از صرف هزینه‌ها و سرمایه‌گذاری سنگین تولید شده و از آنجا به مراکز مصرف انتقال و در این مراکز به وسیله پست‌های مربوطه ترانسفورماتورها تغییر و تحول می‌یابد و توسط سیستم‌های کنترلی و حفاظتی مدیریت می‌شوند. مدیریت هوشمند مصرف برق شامل مجموعه‌ای از فعالیتهای به هم پیوسته بین صنعت برق و مشترکین آن به منظور منطقی کردن مصرف برق است تا بتوان با کارایی بیشتر و هزینه کمتر به مطلوبیت یکسانی در زمینه برق دست یافت. هدف از مدیریت هوشمند برق کاهش میزان تولید و کاستن از رفاه جامعه نیست بلکه کاربرد منطقی و بخردانه انرژی الکتریکی و استفاده صحیح از آن است که نتیجه آن حفظ و حتی افزایش تولید و رفاه جامعه خواهد بود. [۱].

۱-۱ تعریف اینترنت اشیا IOT

اینترنت اشیا، اینترنت از کاربران، دستگاه‌های سمت کلاینت و سرورها تشکیل شده است؛ اما عضو جدیدی در حال اضافه شدن به این مجموعه است. این عضو جدید کاربر نیست و از آن به عنوان اشیا یاد می‌شود این کلمه از عبارت The Internet of Things برگرفته شده است. به اختصار به اتصال وسایل به شبکه اینترنت نیز گفته می‌شود همچنین از آن به نام cloud of Things نیز نام می‌برند. یک شی ممکن است به هر دستگاهی که دارای سنسوری جهت تبادل اطلاعات است گفته شود، که شامل سنسور دما، سنسورهای حرارتی و سنسورهای اندازه‌گیری انرژی و همچنین متناسب با نوع پردازش مورد نظر

کنترل وسیله های منزل از راه دور (Smart-Home)

۴-۱ معماری اینترنت اشیا

در IoT، معماری سرویس گرا SoA برای فراهم کنندگان سرویس و کاربران ضروری است چندین ایده برای طراحی معماری چندلایه‌های برای IoT ارائه شده است یک مدل معماری سه لایه‌ای متشکل از لایه کاربرد، لایه شبکه و لایه سنجش ارائه شده است.

۱-۴-۱ معماری مطرح شده توسط IUT

مطابق شکل در IUT* معماری IOT از چهار لایه و قابلیت‌های امنیت و مدیریت که با هر چهار لایه در ارتباط هستند، تشکیل شود این چهار لایه عبارتند از: لایه دستگاه، لایه شبکه، لایه پشتیبانی نرم افزار و کاربرد.

- لایه کاربرد Application layer : شامل کاربردهای IOT می شود. این کاربردها با واسطه‌های باز امکان ارائه سرویس‌های اینترنت اشیا را فراهم می کنند [۷].

- لایه پشتیبانی کاربرد و سرویس Service support and Application support layer : این قابلیت‌ها، قابلیت‌های مشترکی هستند که می توانند توسط کاربردهای مختلف IOT استفاده شوند.

- لایه دستگاه Device layer : قابلیت‌های لایه دستگاه را به طور منطقی می توان به دو نو قابلیت دسته بندی کرد:

۱- Device Capabilities : تعامل مستقیم با شبکه ارتباطی، اطلاعات را مستقیماً از شبکه ارتباطی جمع آوری و بارگذاری کند.

۲- Gateway Capabilities : پشتیبانی از چندین اینترفیس: در لایه دستگاه، قابلیت‌های دروازه کمک می کند تا دستگاهها از طریق انواع مختلف فناوریهای شبکه مانند باس CAN^۱، ZigBee، Bluetooth، یا Wifi به هم متصل می شوند. در لایه شبکه، قابلیت‌های دروازه اجازه ارتباط از طریق

انتقال اطلاعات از طریق وایفای، بلوتوث و مثالهایی از نحوه برقراری دستگاهها به همدیگر است. در مبحث ماشین به ماشین اینترنت اشیا، موضوع مهم منابع محدودی مانند قدرت پردازش، حافظه ی رم و غیره است. بستر اینترنت اشیا بر امواج رادیویی بی‌سیم قرارداده شده که به دستگاه‌های مختلف این امکان را می دهند تا از طریق اینترنت با یکدیگر به برقراری ارتباط پردازند. این بستر شامل استانداردهایی مانند وایفای، بلوتوث کم‌مصرف، NFC، RFID و استانداردهایی مانند ZigBee، Z-Wave و 6LoWPAN است. که در ادامه به بررسی آن می پردازیم

۱-۲ کاربردهای اینترنت اشیا IOT

اینترنت اشیا می تواند در زمینه های مختلفی باعث بهبود کیفیت زندگی شود از جمله ان موارد خدمات پزشکی، خانه های هوشمند، شهر هوشمند، صنعت، محافظت از محیط زیست و آب، مدیریت انرژی و مصرف آن می باشد. در این قسمت به صورت مختصر به کاربرد های اینترنت اشیا در زمینه های مختلف اشاره می کنیم.

۳-۱ کاربرد اینترنت اشیا در زیربنای شهر های هوشمند

اینترنت اشیا می تواند در زیربنای شهرهای هوشمند سیستم حفاظت، کنترل شبکه برق، منازل، خیابان ها و .. برای مطلع شدن از وضعیت آنها مورد استفاده قرار گیرد. همچنین اینترنت اشیا می تواند در قسمت های خدماتی و سرویس دهی شهر ها مورد استفاده قرار گیرد [۶].

۱-۳-۱ کاربرد اینترنت اشیا در نیروگاه ها و صنایع

اینترنت اشیا می تواند در نیروگاه ها خصوصاً نیروگاه های برق برای افزایش بازده و کاهش هزینه های تولید استفاده شود به گونه ای که میزان تولید متناسب با مصرف گردد.

۲-۳-۱ سایر کاربردهای اینترنت اشیا

هوشمندسازی شهر (Smart-City)

کنترل هوشمند مصرف انرژی (Smart-Energy)

کنترل هوشمند وسیله های نقلیه (Connected-Car)

(کنترل منازل و ساختمان ها) (Connected-Buildings)

هوشمندسازی فروشگاه (Smart-Retail)

هوشمندسازی زنجیره تأمین (Smart-Supply-Chain)

^۱International Telecommunication Union

^۲controller area network



که این لایه‌ها به صورت cross-layer طراحی شده‌اند. می‌توان گفت با توجه به اهداف، IoT-A مدل مرجع ITU را به یک مدل عملیاتی تبدیل نموده است. البته در هر دو مدل SoA و سیسکو نیز، سرویس‌گرایی بیشتری وجود دارد و با توجه به ماهیت این مدلها، بعد مدیریت یکپارچه آن، کم‌رنگ‌تر است.

۴-۱ ساختار اینترنت اشیا

در ساختار IOT از سیستم ساختاری انسان الهام گرفته شده به گونه‌ای که تجهیزات و سنسورها (حواس پنجگانه) شبکه

سلولی بی‌سیم و شبکه‌های محلی و ذخیره‌سازی داده‌ها و امنیت پردازش و سیستم‌های تراکنشی و تحلیلی (مغز) می‌باشد [۱۰].

سیستم IOT شامل سه بخش ۱- سنسورها ۲- ارتباطات - پروتکل‌ها ۳- پردازش داده‌ها

۱-۵ سنسورها

شناخت سنسورها متناسب با سیستمی که می‌خواهیم به کار بگیریم بسیار اهمیت داشته: الف- تعیین نوع سنسور ب- تعیین دقت کاری در شرایط موجود

مزایای سنسورهای بدون تماس

سرعت سوئیچینگ زیاد: سنسورها در مقایسه با کلیدهای مکانیکی از سرعت سوئیچینگ بالایی برخوردارند، بطوریکه برخی از آنها (سنسور القایی سرعت) با سرعت سوئیچینگ تا 25KHz کار می‌کنند.

طول عمر زیاد: بدلیل نداشتن کنتاکت مکانیکی و عدم نفوذ آب، روغن، گرد و غبار و ... دارای طول عمر زیادی هستند.

عدم نیاز به نیرو و فشار: با توجه به عملکرد سنسور هنگام نزدیک شدن قطعه، به نیرو و فشار نیازی نیست.

قابل استفاده در محیطهای مختلف با شرایط سخت کاری: سنسورها در محیطهای با فشار زیاد، دمای بالا، اسیدی، روغنی، آب و ... قابل استفاده می‌باشند.

عدم ایجاد نویز در هنگام سوئیچینگ: به دلیل استفاده از نیمه‌هادی‌ها در طبقه خروجی، نویزهای مزاحم Bouncing Noise ایجاد نمی‌شود.

فناوریهای مختلف مانند شبکه‌های PSTN^۱، شبکه‌های نسل ۲ و ۳، LTE^{**} یا DSL^{***} را می‌دهد [۹].

تبدیل پروتکل: دو موقعیت وجود دارد که در آن قابلیت‌های دروازه‌مورد نیاز است. یک موقعیت زمانی اتفاق می‌افتد که ارتباطات در لایه دستگاه از پروتکل‌های مختلف مانند پروتکل‌های فناوری ZigBee و پروتکل‌های فناوری بلوتوث استفاده می‌کنند. موقعیت دیگر زمانی اتفاق می‌افتد که ارتباطات، در دو لایه دستگاه و لایه شبکه از پروتکل‌های مختلفی استفاده می‌کنند (به طور مثال پروتکل فناوری ZigBee در لایه دستگاه و فناوری 3G در لایه شبکه قرار دارد).

اینترنت اشیا طیف نسبتاً گسترده‌ای از پروتکل‌ها را شامل می‌شود، که این پروتکل‌ها جایگاه خود را در این مفهوم یافته و به خوبی پاسخگوی نیازهای طراحی شده برای آن هستند.

جدول شماره ۱ مقایسه معماری‌های اینترنت اشیا

SOA	IOT-A	CISCO	ITU	
مدل لایه بندی	۴ لایه افقی	۳ لایه افقی	۴ لایه افقی	
	۱ لایه عمودی	۲ لایه عمودی	۲ لایه عمودی	
کنترل پذیری	توزیع شده مدیریت	توزیع شده مدیریت	توزیع شده مدیریت	
امنیت و محرمانگی	لایه عمودی مدیریت	لایه عمودی مدیریت	لایه عمودی مدیریت	
تحرك پذیری	دارد	دارد	دارد	
مدیریت انرژی	دارد	دارد	دارد	
سرویس دهی	دارد	دارد	دارد	

از مقایسه این معماری‌ها می‌توان تشابهات و تفاوت‌های ذیل را مشاهده نمود: تمامی معماری‌های ارائه شده دارای ساختار لایه بندی بوده و در دو لایه دستگاه و شبکه از لحاظ کارکردی مشترک هستند. لایه امنیت در سه مدل ارائه شده غیر از مدل سیسکو به صورت عمودی دیده شده است تا بتوان سیاست‌های امنیتی را به تمام لایه‌های افقی اعمال نمود. در دو مدل ITU و IoT-A لایه مدیریت نیز به صورت عمودی دیده شده است. IoT-A لایه سرویس مدل ITU را به ۲ لایه تقسیم نموده است

^۱Public switched telephone network

^۲Long-Term Evolutio

شبکه هوشمند می‌تواند به عنوان یک شبکه هوشمند الکتریکی تعریف شود که ترکیبی از شبکه‌های برق و فناوری ارتباطات هوشمند دیجیتال است. یک شبکه هوشمند توانایی تامین برق از منابع متعدد و گسترده‌ای مانند توربین‌های بادی، سیستم‌های انرژی خورشیدی و حتی الکتریکی هیبریدی را فراهم می‌کند [۱۳].



شکل (۵): طرح کامل از شبکه هوشمند

سیستم‌های اسکادا (SCADA)، تله‌متری (تلمتری) و قرائت از راه دور (AMR) از دیرباز یکی از پرکاربردترین سیستم‌ها و سامانه‌ها در بخش‌های مختلف صنایع آب و برق بوده است و امروزه نیز یکی از بخش‌های مهم این صنعت بشمار می‌رود. در واقع سامانه‌های اسکادا وظیفه جمع‌آوری داده‌های ایستگاه‌های مختلف و ارسال آنها به ایستگاه مرکزی را بر عهده دارند و معمولاً شبکه‌های اسکادا در یک گستره وسیع مورد استفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر آن سامانه‌های اسکادا امکان کنترل تجهیزات موجود در ایستگاه‌ها را از راه دور و از طریق یک نرم‌افزار مرکزی فراهم می‌سازند.



شکل (۶): اتاق اسکادا [۱۷]

۲-۲ سامانه‌های هشدار

یکی از بخش‌هایی که به عنوان زیرمجموعه شبکه‌های اسکادا مورد استفاده زیاد قرار می‌گیرد، سامانه‌های مدیریت هشدار (آلارم) و سامانه‌های ثبت هشدار (آلارم) می‌باشد. این سامانه‌ها

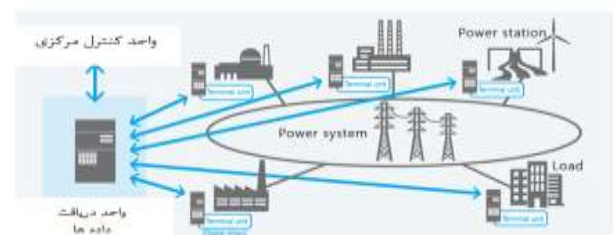
۱-۵-۱- کنترل‌کننده‌های از راه دور مبتنی بر سنسورهای

PIR

طراحان از خاصیت اندازه‌گیری از راه دور سنسورهای PIR استفاده کرده و با استفاده از خروجی "غیر تفاضلی" سنسور برای کنترل حرارت استفاده می‌کنند. سیگنال خروجی با سیگنال کالیبره شده بر اساس جنس و حرارت دیده شده توسط سنسور، مقایسه می‌شود. بدون کالیبراسیون PIR فقط می‌تواند تغییرات دمائی را به ما نشان دهد و نمی‌تواند دمای حقیقی آن را به ما بدهد.

۲- نظارت و کنترل بر سیستم قدرت

نظارت بر سیستم قدرت اساساً بر اساس شبکه توزیع فناوری IoT و سیستم مدیریت اطلاعات جامع برق جامع. سیستم که شامل مانیتور قدرت، جلو و کامپیوتر، ترمینال فیوژن چند شبکه، مرکز کنترل برق و هر چیزهای دیگر می‌توانند نظارت از راه دور در مورد مصرف الکتریسیته را به دست آورند تجهیزات در کارخانه‌ها، موسسات و موسسات و خانواده‌ها می‌توانند در همین راستا ارائه دهند شروع و توقف دستورالعمل‌های کنترل به تجهیزات از راه دور. همانطور که در شکل ۴ نشان داده شده است [۱۱].



شکل (۴): کنترل و نظارت بر قدرت بر اساس IoT

سیستم شبکه هوشمند یک سیستم شبکه برق متکی است که بر اساس تکنولوژی اتوماسیون دیجیتال برای نظارت، کنترل و تجزیه و تحلیل در داخل زنجیره تامین است. این سیستم می‌تواند راه‌حلی برای مشکلات بسیار سریع در یک سیستم موجود پیدا کند که می‌تواند نیروی کار را کاهش دهد و برای همه مصرف‌کنندگان برق پایدار، قابل اعتماد، ایمن و با کیفیت را هدف قرار دهد [۱۲].

۲-۱ بررسی تکنولوژی شبکه هوشمند

است و اطلاع لحظه ای و بلادرنگ از میزان مصرف و تولید انرژی با دقت بالا، بسیار مهم است. از همین رو، استفاده از تجهیزات و سامانه های قرائت از راه دور کنتور برق (AMR) جهت قرائت اطلاعات کنتور های برق و سایر لوازم اندازه گیری، از راه دور بسیار مهم و اثر بخش می باشد. یکی از چالش های پیش رو در پیاده سازی این سامانه ها، تنوع کنتور های برق موجود در شبکه و نیز انتخاب بستر ارتباطی مناسب جهت برقراری ارتباط در شبکه می باشد. همچنین امروزه علاوه بر مبحث قرائت از راه دور کنتور های برق، بحث مهمتری با نام مدیریت کنتور ها از راه دور (Automatic Meter Management) مطرح می باشد که البته باید زیر ساخت مناسب آن تحت عنوان Advanced AMI (Metering Infrastructure) در کشور فراهم گردد. علاوه بر قرائت مقادیر کنتور های برق، قرائت و مدیریت اطلاعات و پارامترهای الکتریکی مهم شبکه نیز از موارد حائز اهمیت در این بحث می باشد.

قادر می باشند تا اطلاعات آنالوگ و دیجیتال مختلف را به عنوان ورودی دریافت نموده و در صورت بروز رخدادهای خاص بر روی آنها، این رخدادها (وقایع) را ثبت و یا برای مرکز ارسال نمایند. ثبت وقایع (رخدادها) که از آن به ثبت هشدار (آلارم) نیز نامبرده می شود، بر اساس تعریفی که برای هر یک از ورودی ها به صورت جداگانه انجام می گیرد، مدیریت می شود، به این معنا که امکان تعریف انواع رخداد (event) برای هر یک از ورودی ها توسط تجهیزات سامانه مدیریت هشدار (آلارم) وجود دارد. سامانه مدیریت هشدار (آلارم) علاوه بر ثبت کلیه رخدادها (وقایع) می تواند نسبت به ارسال آن به ایستگاه مرکزی از طریق بسترهای ارتباطی مختلف و از پیش تعیین شده اقدام نماید. معمولاً بخشی از نرم افزار اسکادا نیز فرآیند مدیریت هشدارها (آلارم) را به انجام می رساند و یا می توان از یک نرم افزار مدیریت هشدار یا مدیریت رخدادها (وقایع) به صورت جداگانه برای این منظور استفاده نمود [۱۴].



شکل (۷): نمایش وضعیت هشدار

۳-۲ قرائت از راه دور کنتور برق و تجهیزات اندازه گیری

مبحث مهم دیگری که در کنار سامانه های اسکادا در صنایع برق مطرح می باشد، قرائت از راه دور لوازم و تجهیزات اندازه گیری به خصوص قرائت از راه دور کنتور های برق و انواع لوازم اندازه گیری در پست های مختلف برق می باشد. در واقع کنتور ها و لوازم اندازه گیری متعدد و متنوعی امروزه در پست های برق وجود دارند که برخی از آنها مربوط به خطوط توزیع و یا خطوط فوق توزیع می باشند. این کنتورها، فرآیند توزیع و انتقال انرژی الکتریکی را در نقاط مختلف شبکه اندازه گیری می نمایند و به این ترتیب می توان از میزان تولید، توزیع و هدر رفت انرژی الکتریکی در شبکه برق اطلاع پیدا کرد. با راه اندازی بورس انرژی و بازار برق در کشور، فرآیند اندازه گیری تولید و توزیع انرژی الکتریکی (برق) در شبکه برق اهمیت بالایی پیدا کرده

شکل (۸): طراحی مدیریت هوشمند

۴-۲ مانیتورینگ و اتوماسیون تجهیزات سد و نیروگاهها

در سدها و نیروگاهها نیز تجهیزات متعددی برای اندازه گیری پارامترهای حیاتی سد و یا نیروگاه نصب می گردد که کنترل و مانیتورینگ آنها بسیار ضروری می باشد. پارامترهای مختلف نیروگاه از قبیل پارامترهای الکتریکی کلیه ژنراتورها و انرژی الکتریکی تحویلی به شبکه بایستی به دقت کنترل و مانیتور شود و آلارم ها (هشدارها) و رخدادها مدیریت شوند. برای همین منظور در کلیه نیروگاهها، تابلوهای کنترل و مانیتورینگ برای پارامترهای مهم نیروگاه وجود دارد که از تجهیزات کنترلی و ابزار دقیق پیشرفته و مطمئن در آنها استفاده می گردد. اندازه گیری میزان انرژی الکتریکی تولیدی در نیروگاهها و برق تحویلی به شبکه برق کشور در نیروگاهها از جمله موارد مهم در نیروگاهها

۳- ارتباطات - پروتکل‌ها

برای تحقق اهداف IoT و آنچه که برای آن تعیین شده است، دستگاه‌های خانگی هوشمند باید بتوانند بطور یکپارچه اطلاعات را با هم مبادله کنند. سپس اطلاعات جمع‌آوری شده باید به از طریق زیرساخت به سرور ارسال شده و سپس داده‌ها تجزیه و تحلیل شود و آنگاه فرامین لازم به دستگاه‌ها، برنامه‌ها یا افراد ارسال شود.

انواع بسترهای ارتباط این پروتکل‌های اتوماسیون عبارتند از: اتصال مستقیم با سیم، سیم‌کشی برق (UPB)، ترکیب بی‌سیم و با سیم و بی‌سیم کامل است.

اگر چه انتخاب پروتکل‌های خانه هوشمند می‌تواند چالش برانگیز باشد اما پشتیبانی از تعداد بیشتری از دستگاه‌ها و قابلیت همکاری با دستگاه‌های بیشتر از اهمیت اولیه برخوردار است، به دنبال آن میزان مصرف برق، پهنای باند مورد نیاز و البته هزینه هم از عوامل مهم هستند.

۳-۱ فناوری ارتباطی connectivity

- ۱- بدون سیم: Bluetooth, NFC, Wifi, RFID, ZigBee, Z-Wave, XBee,
 - ۲- سیمی: Home plug و HomePNA و استفاده از کابل LAN
 - ۳- در بردهای بلند: Advance, 4G, 3G, GPRS, GSM
- ارتباط ماهواره‌ای و Wimax, LTE, LTE

۳-۱-۱-۳ تکنولوژی‌های سیمی UPB

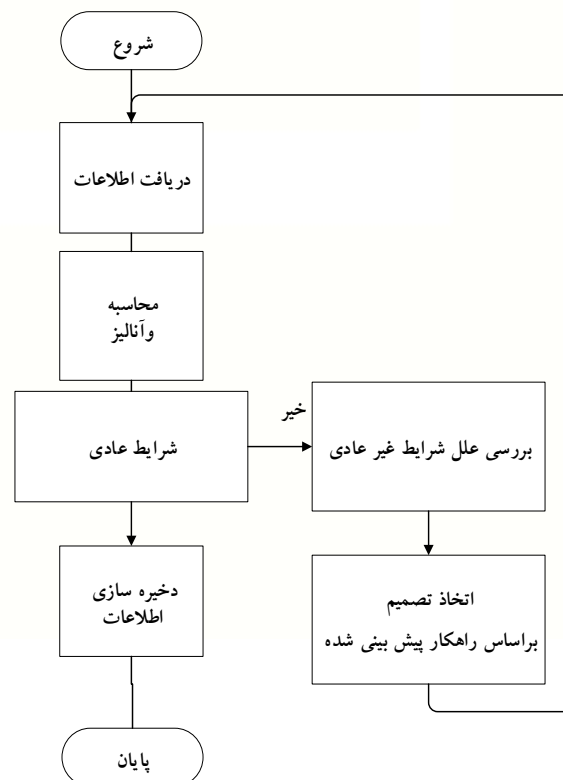
یکی دیگر از تکنولوژی‌های سیمی، UPB است که به قصد جایگزینی پروتکل X10 و با هدف ارتقا قابلیت اطمینان انتقال اطلاعات راه‌اندازی شد. گفته می‌شود دستگاه‌های UPB ۱۰۰ برابر قابلیت اطمینان بیشتری نسبت به دستگاه‌های X10 را دارند، کمتر به نویز برق حساس هستند و دامنه ارتباطی را افزایش می‌دهند.

با استفاده از خطوط برق موجود در خانه، UPB همچنین هزینه‌ها را به حداقل می‌رساند و توانایی کنترل دستگاه‌ها را در داخل و خارج از خانه دارد. با این حال محصولات UPB و X10 با هم

می‌باشد که توسط تجهیزات کنترل و مانیتورینگ و قرائت از راه دور صورت می‌گیرد [۱۵].

برای خلاصه کردن نتایج این بخش، می‌توان با استفاده از شکل ۹ که چگونه سیستم IOT عمل می‌نماید. طراحی دقیق سیستمها با استفاده از پارامتر مورد نیاز جهت بهبود مدیریت شبکه برق، نوع و آرایش واحدهای تولیدی جدید سیستم، و بطور کلی بهبود قابلیت اطمینان در یافت.

بهره‌برداری صحیح و برنامه‌ریزی هوشمند شده از انرژی برق نه تنها از نظر اقتصادی و حفظ و نگهداری مطلوب تأسیسات آثار مثبتی دارد بلکه در مجموع می‌تواند فشار بر نیروگاه‌ها و خطوط انتقال و توزیع را نیز تا حد قابل ملاحظه‌ای کاهش دهد و از جهت برنامه‌ریزی بهینه مصرف برق در یک منطقه و نهایتاً در سطح کشور در کوتاه مدت باعث تقلیل دیماند مصرف در بلند مدت نیز از سرمایه‌گذاری جهت احداث نیروگاهها، خطوط انتقال و... کاهش نماید.



شکل (۹):فلوچارت طرح نظارتی



۵- نقش شبکه ی توزیع هوشمند در افزایش قابلیت اطمینان

وقتی یک خطا در شبکه ی سنتی رخ می دهد، ممکن است یک یا چند فیدر قطع شوند، شرکت توزیع مربوطه می -کوشد ابتدا محل خطا را شناسایی کند. سپس خطا رفع میشود و یا شبکه به گونهای تغییر آرایش مییابد تا برق تمام بارها تأمین گردد. در همه موارد، این تغییر آرایش به دلیل محدودیتهای شبکه قابل انجام نیست. در نتیجه بار مربوطه بی برق میشود. فرآیند مکانیابی خطا و سپس رفع آن در مدت زمان طولانی رخ داده و در نتیجه، بار مدت زیادی بی برق می ماند. از طرف دیگر شرکت توزیع امکان دسترسی و کنترل بارهای خانگی را ندارد. در نتیجه در صورت بروز انواع خطا مثل اضافه بار فقط می تواند این بارها را قطع یا وصل کند. مشکلات بیان شده که در ارتباط مستقیم با قابلیت اطمینان هستند را میتوان به کمک شبکه توزیع هوشمند برطرف و یا به حداقل رساند.

استفاده از اتوماسیون و سیستم های کنترل هوشمند به روشهای زیر میتواند باعث کاهش خطا در سیستم و در نتیجه افزایش قابلیت اطمینان سیستم گردد :

مکان یابی و رفع هوشمند خطا تغییر آرایش هوشمند شبکه کنترل هوشمند بارهای قابل کنترل خانگی به وسیله روش هایی مثل مدیریت هوشمند سمت مصرف استفاده از منابع تولید پراکنده و ذخیره سازهای هوشمند

۶- پیک سایه (متعادل نمودن مصرف برق در روز)

معمولاً میزان مصرف مشترکان در تمام ساعات شبانه روز یکنواخت نبوده و در بعضی ساعات بیشتر و در ساعات دیگر کمتر است معمولاً بیشترین مصرف در ساعات اولیه شب به خصوص در فصل تابستان اتفاق می افتد که اصطلاحاً "ساعات پیک بار یا ساعتهای اوج بار نامیده می شود و دلیل این افزایش مصرف وارد مدار شدن وسایل روشنایی و سایر وسایل برقی خانگی می باشد در اوقات دیگر مانند نیمه شب به دلیل خاموش شدن بسیاری از وسایل برقی مصرف به صورت قابل ملاحظه ای کاهش می یابد از طرف دیگر از ویژگیهای برق این است که در هر لحظه باید تولید آن با مقدار تقاضا متناسب باشد لذا برنامه ریزیهای تامین برق باید به گونه ای باشد که پاسخگوی بیشترین نیاز مصرفی باشد تا اختلالی در تامین برق مطمئن برای مشترکین ایجاد نشود اما با توجه به عدم یکنواختی مصرف برق

سازگار نیستند و نیاز به یک کنترلر و اینترفیس خاص دارند که با هر دو ارتباط ایجاد کنند.

۲-۱-۳ ZigBee

پروتکل ZigBee منحصرأً برای سیستم های خانه هوشمند طراحی شده و دارای توانایی های کلیدی برای پشتیبانی از ارتباطات شبکه ای بصورت مش است. چیزی که هیچ کدام از پروتکل های قبلی ارائه نمی دهند.

در یک شبکه مش، هر گره قادر به شناسایی خود در شبکه است و هر دستگاه به عنوان یک رله عمل می کند که اطلاعات را دریافت و ارسال می کند. در نتیجه، شبکه بی سیم ZigBee می تواند بزرگتر، قوی تر و قابلیت اطمینان بالاتری داشته باشد، خصوصاً وقتی که یک دستگاه جدید به سیستم اضافه می شود. همچنین ZigBee یک تکنولوژی کم هزینه و کم مصرف (انرژی) است و محدوده پوشش عالی و ایجاد ارتباط سریع بین دیگر دستگاه های ZigBee را ایجاد می کند. این باعث می شود که ZigBee انتخاب ایده آل برای دستگاه های هوشمند انرژی، از جمله نورپردازی و کنترل پنوماتیک باشد.

۴- Thread

Thread یک پروتکل برای شبکه های بی سیم مبتنی بر IP است که به ویژه برای دستگاه های با توان مصرفی پائین در فضای اتوماسیون خانگی طراحی شده است.

Thread به عنوان یک پروتکل استاندارد متن باز (Open source)، دارای کاربری بسیار آسان و دارای بالاترین درجه امنیت در روش های رمزنگاری و احراز هویت است.

از آنجا که Thread برای مصرف انرژی بسیار کم طراحی شده است، نیازی به کار با منبع تغذیه قوی ندارد. دستگاههایی که بخشی از یک شبکه Thread هستند نیز یک مش را ایجاد کرده و قابلیت انعطاف پذیری فوق العاده ای دارند و احتمال قطع شدن ارتباط را از بین می برند.

موضوع پشتیبانی از طیف گسترده ای از تجهیزات، از جمله سیستم حفاظتی، کنترل آب و هوا، مدیریت انرژی، روشنایی، و امنیت از ویژگی های این پروتکل است.

۷-۱- راه اندازی ماژول ESP8266

می‌توان گفت ESP8266 یک ماژول کامل به همراه تمام بخش‌های نرم‌افزاری و پشته پروتکل داخلی TCP/IP می‌باشد که با قیمت بسیار پایین در بازار ایران یافت می‌شود و می‌توان با پروتکل سریال به راحتی با آن ارتباط برقرار نمود و توسط دستورات AT COMMAND آن را کنترل نمود



شکل (۱۱) دریافت کننده سیگنال برای وصل یا قطع به رله به صورت اتوماتیک و یا فرمان از راه دور از این مدار برای کاهش بار در پیک مصرف و کاهش هزینه‌های خانوار با تغییر ساعت، استفاده نمود همچنین می‌تواند از راه دور دستور قطع و وصل مجدد به تجهیزات داده شود.

۷-۲- راه اندازی ماژول NodeMCU

NodeMCU یک پلت فرم اوپن سورس در زمینه‌ی IoT یا به عبارت درست‌تر اینترنت تجهیزات می‌باشد. هسته‌ی NodeMCU، چیپ ESP8266 و رزق ESP12 می‌باشد که از WiFi پشتیبانی می‌کند و به وسیله‌ی آن می‌توان به شبکه‌ی وای‌فای متصل شد و اطلاعات را میان اینترنت یا سایر دستگاه‌ها جابه‌جا نمود. زبان برنامه‌نویسی این ماژول، Lua می‌باشد. ولی از امکانات بسیار عالی این ماژول این است که می‌توان یا استفاده از IDE آردوینو و با استفاده از دستورات آردوینو بر روی آن به سادگی برنامه‌نویسی کرد. در حقیقت برنامه نوشته شده برای Nodemcu اونو تبدیل به یک webserver می‌کند که با وارد کردن آدرس url در مرورگر همیشه هر تجهیز را کنترل کرد.

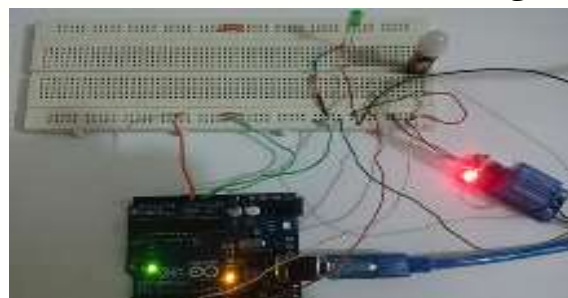
در ساعات مختلف شبانه روز، بخشی از ظرفیت تجهیزات نصب شده در ساعات کم بار شبکه بی‌استفاده می‌ماند که خود باعث ضرر و زیان برای سرمایه‌های ملی کشور است بنابراین رعایت صرفه‌جویی در مصرف برق در ساعات اوج مصرف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است با هوشمند نمودن وسایل خانه و استفاده از مدارهای زیر مصرف برق را مدیریت نمود.

۷- ساخت تشخیص تغییر موقعیت با سنسور تشخیص حرکت PIR

سنسورهای تشخیص حرکت PIR به مراتب پیچیده‌تر از دیگر سنسورها از جمله سنسور فتوسل، تیلت سوئیچ و FSRs ها می‌باشد. دلیل این موضوع متغیرهای چندگانه‌ای است. این متغیرها بطور همزمان روی سنسور تشخیص حرکت تأثیر می‌گذارد.

سنسور تشخیص حرکت PIR motion detector از دو بخش گیرنده تشکیل شده است. هر دو بخش به خاطر مواد سازنده آن به طول موج IR یا مادون قرمز حساسیت نشان می‌دهند. یک لنز گمبیدی شکل روی سنسور تشخیص حرکت وجود دارد. این لنز فقط در افزایش محدوده دید سنسور کمک می‌کند. زمانی که سنسور تشخیص حرکت PIR در حالت پایه خود قرار دارد؛ هر دو سنسور یک میزان از شدت نور مادون قرمز محیط را دریافت می‌کنند.

هنگامی که انسان از روبروی سنسور تشخیص حرکت PIR عبور کند؛ سنسور اول جسم را شناسایی و یک ولتاژ مثبت ایجاد می‌کند. حال اگر جسم همچنان به حرکت خود ادامه دهد؛ سنسور دوم حرکت را تشخیص داده و یک ولتاژ منفی ایجاد می‌کند. این دو ولتاژ که یکی مثبت و دیگری منفی است بیانگر حرکتی در محیط است.



شکل (۱۰) رله تشخیص دهنده حرکت

از این مدار برای کاهش مصرف برق روشنایی استفاده نمود

با توجه به محدودیت زمانی و حساسیت بالای تصمیم سازی در شرایط اضطراری، اینترنت اشیاء به دلیل یکپارچگی بین سیستم های مختلف، سرعت انجام امور را افزایش داده و کمک می کند تا تصمیم گیری های مناسب و متناسب در حداقل زمان ممکن صورت پذیرد.

باید توجه داشت که فرهنگ سازی لازم به منظور تامین بسترهای مناسب و متناسب فراهم آید.

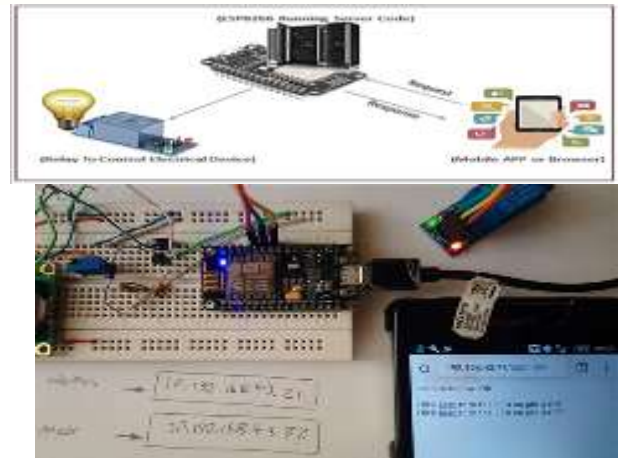
تقابل سنت و تجدد در بحث اینترنت اشیاء از جمله نکات مهمی است که باید با ادبیات متناسب با آن تعامل نمود.

استفاده از سیستم های ابری و بطور کلی محاسبات ابری کمک می کند که در هر لحظه بصورت آنلاین بتوان بهترین عکس العمل ها را متناسب با داده ها و اطلاعات در اختیار در اختیار توصیف و تحلیل نمود.

استفاده از فناوری هایی مانند اینترنت اشیاء، زمانی خود را بیشتر نشان داده و نهادینه خواهد شد که در عین حالیکه اجرایی می گردد بتواند کارآفرینی لازم را داشته و افراد از رشته های مختلف در آن ضمن تولید سرمایه به کسب و کار بپردازند تا مانایی لازم را برای ادامه فعالیت دارا باشد. این امر بویژه در شرایط اضطراری در زمانی که احساس در مرتبه بالاتر از تعقل قرار می گیرد بیشتر خود را نشان داده و ضرورت ارتباط فناوری های نوین با برنامه، مدیریت و سیستم تداوم کسب و کار بیشتر خود را نمایان می سازد.

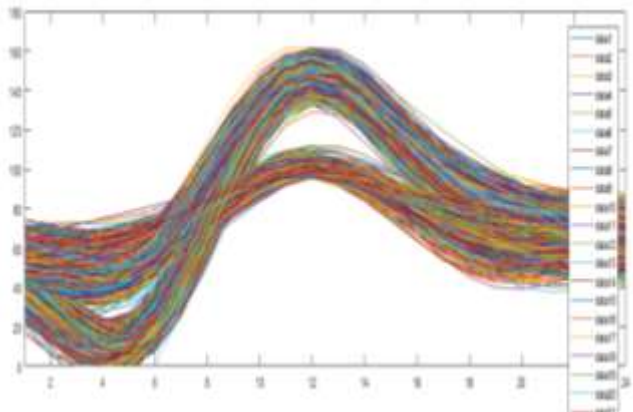
چالش های بسیاری برای اینترنت اشیا وجود دارد از جمله: مسایل فنی: این چالش ها مشکلات بخش سخت افزار و بخش نرم افزاری را در بر می گیرد. دریافت و پردازش داده های عظیم، تعداد و نوع سنسورها و برچسب ها، میزان نفوذ اینترنت، توجه به زیرساخت ها، عمر باتری، تعمیر و نگهداری، و قابلیت همکاری و سازگاری پلتفرم ها جزو این مشکلات محسوب می شوند.

عدم پذیرش تکنولوژی های نوین همانگونه که می دانیم برخی از مدیران و مسئولان در برابر پذیرش تکنولوژی های نوین در سازمان، بواسطه عدم اطمینان از کارایی، عدم ریسک پذیری، مقاومت در برابر تغییر در روال عادی فرایندهای سازمانی و یا ضعف دانش فنی، مقاومت می کنند



شکل (۱۲): بستن مدار NodeMCU Wifi

در این بخش امکان سنجی استفاده از IOT به عنوان یک راه حل در کاهش پیک مصرف بار و افزایش کیفیت صورت گرفته است. اساس این روش مدل نمودن انواع بارها مختلف و باتغییر ساعت مصرف آنها هایی که قادر به تغییر در زمان هستند. همان طور که در شکل شماره ۱۳ نمایش داده شده است همان طور که مشخص است اطلاعات دقیق سبب پیک مصرف کاهش (پیک سایه) و افزایش قابلیت و به سبب آن کاهش هزینه و افزایش بهره وری صورت پذیرفته است.



شکل (۱۳): مقایسه با وعدم وجود مدیریت هوشمند بین بارها مختلف [۱۷]

۸- نتیجه گیری و پیشنهادات و محدودیت ها

استفاده از سیستم های هوشمند و بروز به متخصصین کمک می نماید تا بتوانند بهترین بهره گیری لازم این تکنولوژی ها را برای کاهش تلفات بکار بندند که اینترنت اشیاء از این امر مستثنی نیست.

۶-منابع

[14] Savio D, Karlik L, Karnouskos S. Predicting Energy Measurements of Service-Enabled Devices in the Future Smart grid. In UKSim2010 - UKSim 12th International Conference on Computer Modelling and Simulation. 2010: 450-455.

[15] Leon RA, Vittal V, Manimaran G. Application of Sensor Network for Secure Electric Energy Infrastructure. IEEE Transactions on Power Delivery. 2007; 22(2): 1021-1028.

[16] Du B. Research on Internet of Things technology and its applications in the construction of smart grid. Electrotechnical Application. 2012; 31(7): 41-45.

[17] "Energy consumption in the UK domestic data tables," Dept. Energy and Climate Change, Jul. 2012 [Online]. Available: <https://www.gov.uk/government/publications>

[1] Liu AJ. Status and Development Prospect of Internet of Things. Internet of Things Technologies. 2002; 2(1): 69-73.

[2] Li X, Gong Q, Qiao H. The application of IOT in power system. Power System Protection and Control, 2010; 38(22):232-236.

[3] Sun HB, Guan QY. Applications of Internet of Things technology in power system. China Rural Water and Hydropower. 2012; (3): 125-127.

[4] Zhang W. Applications of Internet of Things technology in smart grid. Science & Technology Information. 2012; (14): 10-12.

[5] Xiong H. The Discuss about Internet of things promotes the construction of smart grid. Electric Power Information Technology 2010; 8(8) 33-3636

[6] Morgan MG, Apt J, Lave L, Ilic MD, Sirbu MA, Peha JM. The many meanings of "Smart Grid". Department of Engineering and Public Policy. 2009: 1-5.

[7] Petinrin JO, Shaaban M. Overcoming Challenges of Renewable Energy on Future Smart Grid. TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering. 2012; 10(2): 229-234.

[8] Zou QM, Qin LJ, Ma QY. The Application of the Internet of Things in the Smart Grid. Advanced Materials Research. 2012; 433-440: 3388-3394.

[9] Liu JM, Li XZ, Chen X, Zhen Y, Zeng LK. Applications of Internet of Things on Smart Grid in China. In Proceeding of the 13th International Conference on Advanced Communication Technology: Smart Service Innovation through Mobile Interactivity, ICACT. 2011: 13-17.

[10] Lei YY, Ma PC, Zhao LL. The Internet of Things Brings New Wave of the Information Industry. IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security. 2011; 11(5): 15-21.

[11] Zhao T, Gao KL, Zheng XK, Xu XK. Research on technical framework and cyber security protection system of IOT in smart grid. Electric Power. 2012; 45(5): 87-90.

[12] Yu Y. Research on low power model for embedded system. MS thesis. Zhejiang University, 2007.

[13] Shen LP, Wang H, Duan XZ, Li XH. Application of Wireless Sensor Networks in the Prediction of Wind Power Generation. International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, WiCOM. 2008: 1-4.