

## بررسی و مقایسه روشهای ارتباطی مناسب در سیستمهای مخابراتی اتوماسیون توزیع

\* فرامرز سپری      سید محمد تقی بطحایی

برق منطقه ای گیلان

دانشگاه خواجه نصیر

[Fa\\_separi@yahoo.com](mailto:Fa_separi@yahoo.com)

[bathae@yahoo.com](mailto:bathae@yahoo.com)

\* دانشجوی فوق لیسانس برق (قدرت) دانشگاه آزاد تهران جنوب

### چکیده:

رشد روز افزون مصرف کنندگان و افزایش انشعابات در شبکه های توزیع را بدنبال داشته و بهره برداری حفاظت و کنترل از شبکه های توزیع را پیچیده و دشوار نموده است استفاده از اتوماسیون توزیع جهت کنترل از راه دور برای بهره برداری موثر و کارآمد از شبکه توزیع را امکانپذیر می سازد. انتخاب شبکه مخابراتی و در نتیجه محیط مخابراتی به شرایط جغرافیایی موقعیت شبکه بستگی دارد. لذا انتخاب سیستم مناسب مخابراتی نقش بسیار مهمی را در کارایی سیستم اتوماسیون دارد. در این مقاله ما در حله اول به بررسی محیط های مخابراتی مورد استفاده در شبکه های توزیع و سپس به مقایسه معیارهای انتخاب سیستمهای مخابراتی توزیع می پردازیم.

کلید واژه گان: اتوماسیون توزیع - سیستمهای مخابراتی - RTU

### مقدمه:

بسیاری از روشهای مورد استفاده ارتباطی در ساختار سیستم اتوماسیون دارای قابلیت هائی می باشند که بسته به نیاز شبکه توزیع و سایر شروط مورد نیاز یک سیستم مخابراتی جامع، انتخاب می شوند. این روشها را که ما از آنها با نام توابع مخابراتی اسم می بریم دارای مزایا و معایبی با توجه به مشخصه می باشند. در راستای بررسی امکانات و قابلیت های مخابراتی ابتدا سیستم های مختلف مخابراتی شامل سیستم های رادیویی مایکروویو VAF, TDMA, طیف گسترده و رادیو سلولی ماهواره ای VSAT, DLC سرویس های شرکت مخابرات ایران (کانال های اجاره ای و شبکه داده) مخابرات فیبرنوری، TCP/IP و کابل مخابراتی بررسی گردیده است.

### (۱) روش DLC

یکی از روشهای ارسال سیگنال های مخابراتی برای سیستم های اتوماسیون شبکه توزیع استفاده از خطوط برق فشار متوسط Data Line Carrier است. آماده بودن محیط مخابراتی مدیریت مستقل از طرف شرکت های توزیع برق و امکان دسترسی به تمام نقاط گره ای الکتریکی از مزایای مهم روش DLC شمرده می شوند. از طرفی مشخصه های شبکه توزیع از قبیل

تضعیف، امپدانس غیر تطبیق و متغیر، امواج ایستاده و نویز القاء شده ناشی از بار و ... برای ارسال و مبادله، محیط مناسبی نمی باشد. بنابراین لازم است هنگام طراحی سیستم مخابراتی تمام مشکلات شبکه در نظر گرفته شود. همانطور که مشخص است محیط مخابراتی درمورد اینگونه سیستم ها محدود به خطوط نبوده و اجزای اصلی شبکه توزیع برق از قبیل ترانسفورماتورها، خازنها، بارها و غیره نیز در مسیر مخابراتی واقع هستند که مشخصه های آنها روی محاسبات مخابراتی تاثیر می گذارد. فرکانس مخابراتی مناسب برای خطوط فشار متوسط در محدوده ۱۰-۱۰۰ KHZ است که با توجه به محدودیتهای خاص پست های HV/MV در روش DLC انتخاب شده است. بطور کلی ساختار اتوماسیون با روش فوق مطابق شکل (۱) میباشد که از قسمتهای ذیل تشکیل شده است:

۱. واحد مرکزی (CU)

۲. واحد مرکزی ولتاژ متوسط (CMU)

۳. ولتاژ متوسط دوردست (RMU)

### ۱-۲) کابل‌های اختصاصی (Private Line)

کابل‌های اختصاصی متعلق به شرکت‌های توزیع برق بوده و به موازات کابل‌های توزیع قدرت بصورت زمینی یا هوایی در اختیار آنها می‌باشد. موارد ذیل در استفاده از کابل‌های اختصاصی مورد توجه می‌باشد.

- قابلیت و ایمنی
- پائین بودن هزینه بهره برداری
- بالا بودن هزینه نصب کابل مجدد
- مشکلات فنی ناشی از توسعه و نامشخص بودن تلفات

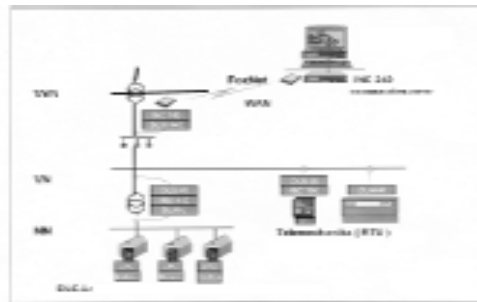
### ۲-۲) کابل‌های اجاره ای (Leased Line)

از کابل شبکه تلفنی عمومی (شهری) نیز می‌توان بعنوان محیط مخابراتی استفاده نمود. این کابل‌ها در اغلب مناطق شهری وجود دارند و برای صوت طراحی شده‌اند. ولی به کمک مدم ارسال داده‌ها امکان پذیر است. شبکه داده عمومی نیز صرفاً برای انتقال داده‌های دیجیتالی با سرعت نسبتاً بالا نیز امکان پذیر است. خطوط اجاره ای از محیط‌های مخابراتی بسیار مطمئن بوده در جاییکه که ارتباط با نویز و احتمال خطای کم مورد نیاز است، مورد استفاده قرار می‌گیرد. موارد قابل توجه در استفاده از کابل‌های اجاره ای عبارتند از :

- هزینه‌های اشتراک اولیه
- هزینه‌های ماهیانه (مناسب با طول کابل)
- مشکلات ناشی از در اختیار نبودن شبکه کابلی (در عملیات کابل برگردان)
- مشکلات ناشی از حفاری و توسعه

### ۳-۲) ارتباط تلفنی از طریق شبکه عمومی (Dial up)

سیستم تلفن عمومی یک شبکه مخابراتی دو طرفه بوده که با استفاده از مدولاسیون FSK جهت ارتباط بین مراکز کنترل و نقاط کنترل شده با توجه به در دسترس بودن شبکه تلفنی در نقاط مختلف استفاده می‌شود. کانال تلفنی بمنظور ارسال علائم صحبت در محدوده فرکانسی بین ۳۰ تا ۳۴۰۰ هرتز در نظر گرفته می‌شود. استفاده از این کانال‌ها با بکارگیری مدم‌های با قابلیت شماره گیری یا (Dial up Modem) امکان پذیر است. سرعت ارسال داده‌ها در پهنای باند فوق مدولاسیون حداکثر ۱۲۰۰ بیت بر ثانیه است. برای ارسال داده‌ها با سرعت بالاتر از مدولاسیون PSK, ASK, QAM نیز استفاده می‌شود. استفاده از مدم‌های با سرعت ۲۸۸۰۰ بیت بر ثانیه نیز تجربه شده است. کارایی این محیط مخابراتی با توجه به تجهیزات بکار رفته در مسیر کانال (تجهیزات سوئیچینگ) شبکه تلفنی و طولانی بودن



شکل ۱- ساختار کلی اتوماسیون به روش DLC

### از مزایای سیستم کاربرد خط توزیع یا DLC می‌توان به :

- استقلال سیستم و کنترل و مدیریت از طریق شرکت‌های توزیع.
  - قابلیت ردیابی محیط مخابراتی بعلا کابلی و هوایی بودن آن.
  - دسترسی به هر نقطه شبکه در هر زمان.
  - قابلیت گسترش سیستم
  - عدم نیاز به نصب مسیر ارتباطی و خطوط برق.
- اشاره نمود که می‌توان با توجه به معایب این سیستم و شرایط شبکه به انتخاب روش مخابراتی مورد نظر اقدام نمود.

### از معایب سیستم DLC می‌توان به :

- تغییرات امپدانس خط.
- تضعیف زیاد در مسیر ارتباطی و ایجاد امواج ساکن در طول مسیر.
- وجود نویز Impulse تصادفی و یکنواخت.
- تداخل از منابع خارجی مجاور خطوط فشار قوی.
- وجود کلیدهای مجزا کننده.
- تعداد شاخه‌های زیاد.
- تطبیق حرارتی متناسب با طول فیدرها و مسائل فرکانس.
- قطع شدن مسیر ارتباط هنگام خرابی و یا تعمیرات دوره ای .
- مشکلات در تعیین محل خطا و تعمیر خرابی کابل‌ها
- سرعت کم انتقال داده‌ها اشاره نمود.

### ۲) خطوط و کابل‌های اختصاصی سیستم مخابراتی

کابل‌های اختصاصی، کابل‌های اجاره ای، شبکه تلفنی عمومی (شهری) یکی دیگر از محیط‌های مخابراتی می‌باشد که با توجه به ملاحظات عملی و کاربردی برای ارسال داده‌ها استفاده می‌شود. در استفاده از این نوع سیستم‌های مخابراتی تفاوت‌هایی از لحاظ هزینه، تجهیزات و روش‌ها در کانال وجود دارد که به آن اشاره خواهیم نمود.

#### معایب فیبرنوری که جملگی ریشه اقتصادی دارند عبارتند از :

- هزینه بهره برداری زیاد
- هزینه احداث زیاد

#### (۴) شبکه مخابراتی انتقال عمومی داده مزایای استفاده از این روش بشرح ذیل میباشد:

✓ سهولت جابجائی:

در صورت جابجائی مراکز مربوط به خطوط اجاره ای و راه اندازی مراکز جدید لازم است که خط جدیدی را در مسیر مورد نظر احداث نمایند و این امر با توجه به محدودیت کانال ها با مشکلات همراه خواهد بود. درحالی که ارتباط مراکز جدید با یکدیگر از طریق شبکه انتقال داده عمومی (X.۲۵) به سهولت انجام می شود.

✓ امنیت بالایی ارتباط:

در ارتباطات توسط شبکه انتقال داده از پروتکل<sup>۱</sup> HDLL استفاده می شود که دارای کارائی بالائی است.

✓ استفاده بهینه از کانال مخابراتی:

بدلیل استفاده از روش مولتی پلکس آماری در پروتکل X.۲۵ تعداد زیادی از مشترکین می توانند از طریق یک کانال، ارتباط برقرار نمایند و اشغال کانال حالت دینامیکی دارد.

✓ سادگی توسعه :

در صورتیکه ایستگاهها رو به افزایش باشند. ایجاد خطوط مستقیم اجاره ای مشکل بوده ولی توسعه شبکه به دلایل ذیل انجام پذیر می باشد:

- بالا بودن سرعت
- امکان ارتباط چندگانه با توجه به وجود گره ها
- نگه داری ساده تر

از معایب شبکه عمومی داده X.۲۵ این است:

سیستم برای ارتباط نقطه به نقطه طراحی شده است و برای ارتباطات نقطه به چند نقطه دارای اشکالاتی می باشد. استفاده از شبکه X.۲۵ جهت ارتباط مراکز با یکدیگر مناسب می باشد

#### (۵) شبکه VSAT یا سیستم مخابرات ماهواره ای (GPS)

استفاده از این روش، در صورت کاهش هزینه های برقراری و احداث می تواند موثر واقع شود. این روش علیرغم گرانی آن به علت اینکه

زمانی اتصال به پایانه های دور دست کم می باشد. موارد ذیل در استفاده از مدم های Dial up قابل ملاحظه است:

- سرعت کم و هزینه زیاد در صورت نیاز به ارتباط دائم
- مناسب برای تعداد محدودی ایستگاه با فواصل دور دست و سرعت کم
- مناسب برای ارتباطات محلی (کمتر از یک کیلومتر)
- مناسب برای ارتباط Master/Slave و یا Peer to Peer
- عدم اختصاصی بودن این شبکه ارتباطی در ایران برای شرکت های توزیع برق و هماهنگی با اداره مخابرات
- پائین بودن درجه ایمنی سیستم

#### (۳) سیستم مخابراتی فیبرنوری

در شبکه فیبرنوری انتشار امواج بصورت نوری بوده که در داخل فیبرنوری عبور داده می شوند. کابل های فیبرنوری از لحاظ انتشار امواج داخل آنها تک مدو چند مد تعریف می گردند. نوع تک مد آن مرغوبتر بوده و برای ارسال به فواصل طولانی با تضعیف کم و استفاده برای چندین منظور و کاربرد، بکارگرفته می شود. نوع چند مد آن ارزانتر بوده و در فواصل کوتاه تر که تضعیف زیاد نیست از آن استفاده می شود.

فیبرنوری از جنس پلاستیک هم ساخته شده که در طول موجهای کوتاه تر بکار می رود. این نوع فیبر افت بسیار زیادی دارد. بنابراین برای فواصل خیلی نزدیک مناسب است. قیمت این نوع فیبر ارزانتر از نوع شیشه ای است. ساختار سیستم ارتباطی با استفاده از فیبرنوری معمولاً بصورت حلقوی می باشد. امکان حلقه ای بودن این مزیت را دارد که در صورت قطعی فیبر در یک سمت ارتباط از سمت دیگر برقرار شود. قطع ارتباط فیبر نوری در حالت زمینی بودن تقریباً همیشه ناشی از حفر زمین یا سوختن کابل فیدر است که تمام فیبرها را قطع می کند. بطوریکه کابل حتماً باید تعویض گردد.

#### مزایای مخابراتی فیبر نوری عبارتند از :

- انتقال اطلاعات با سرعت زیاد و قابلیت اطمینان بالا (دستیابی سریع به کانال)
- ایمنی در مقابل نویز و امواج الکترو مغناطیسی
- اندازه و وزن بسیار کم
- عایق بودن در برابر جریان الکتریسیته
- عدم تاثیر پذیری ارتباط از طریق فیبرنوری در زمان سوئیچینگ کلید

<sup>۱</sup> - high level data link (Hdl)

در راستای بررسی امکانات و قابلیت‌های مخابراتی، سیستم‌های رادیویی (مایکروویو TDHA<sup>۱</sup> UHF-VHF-- قرار دادی - ترانک - طیف گسترده) از مهم‌ترین راهکارهای موجود می‌باشند.

#### ۱-۶- سیستم رادیویی قرار دادی (Conventional Radio)

استفاده از این سیستم بر مبنای اختصاصی دارای مجوز به منظور پیاده سازی DA بسیار مناسب است. اگر سیستم بطور بهینه طراحی گردد. این کانال‌ها هنگام نیاز قابل دسترس می‌باشند. اگر چه بسیاری از کشورها با کمبود فرکانس‌های موجود باندهای VHF / UHF مواجه هستند، لذا شرکت‌های بهره بردار توزیع برای انتقال ۳ صدا و دیتا مجبور به استفاده از یک فرکانس می‌باشند.

ارتقاء ارتباطات داده ای \_ صوتی، نیاز به سرمایه گذاری مناسب در ساختار تکرار کننده‌ها (Repeaters) دارد. برای برآورده نمودن اهداف قابلیت اطمینان، این RTUها می‌بایستی از پروتکل‌های نوع رادیویی مناسب برای اسکادا استفاده نمایند.

#### ۲-۶- سیستم‌های رادیوترانک

اصول این سیستم مشابه سیستم‌های تلفن راه دور می‌باشد. شریان اصلی (Trunking) به بسیاری از گروه‌های مشترک این امکان را می‌دهد که منبع واحدی (کانال‌ها یا فرکانس‌ها) را در عوض اینکه همین مشترکین فرکانس واحدی را قسمت کننده استفاده نمایند. مشابه شبکه‌های تلفن در سیستم‌های ترانک (شاهراه‌ای) یک ساختار مشابه (تکرار کننده رادیویی، پست اصلی، آنتی‌ها و ....) برای بیشتر از یک کاربر استفاده می‌شوند و هزینه نهایی بین گروه‌های استفاده کننده مختلف تقسیم می‌شود.

استفاده از سیستم رادیوترانک مزایای مشخصی دارد، در حالیکه سیستم‌های DA نوعاً پیغام‌های جدا و بسیار کوتاه را منتقل می‌کنند. سیستم‌های ترانک از کانال‌های مجاز استفاده می‌نمایند. در بسیاری از کشورها، این کانال‌ها در باندهای UHF، VHF، ۸۰۰MHZ قابل دسترس می‌باشند. کانال‌های رادیوترانک را می‌توان با برنامه از قبل طراحی نمود. در صورت نیاز سیستم می‌تواند نمایی از اصل تراکینگ داده‌های نزدیک را به نمایش گذارد. در اینجا

شبکه مخابراتی یکدست و بدون نیاز به روش‌های دیگر را در اختیار گذاشته و می‌تواند همه نیازهای مخابراتی را پوشش دهد. دلیل عدم پیشنهاد سایر روش‌های مخابراتی قابلیت توسعه کم، قابلیت اطمینان پایین، نرخ خطای بالا، سرعت کم، وابستگی به تغییرات شبکه توزیع، هزینه‌های سرمایه گذاری و جاری زیاد و عدم امکان کنترل مستقل آنها از طرف مدیریت شرکت توزیع بوده است.



شکل ۲- توپولوژی شبکه ماهواره VAT

هم اکنون تمامی بانک‌های سراسر کشور از این روش در انتقال سریع و بدون خطای داده‌ها و اطلاعاتشان استفاده می‌نمایند.

امکان استفاده در شبکه توزیع با توجه به مزایای زیر عملی می‌باشد:

- قابلیت ذاتی ارتباط Point To Multipoint
- استقلال از فاصله
- کاربرد در ظرفیتهای مختلف
- نصب و برپائی سهل و سریع
- نگهداری ساده و امکان نظارت از دور
- ضریب اطمینان بالا
- توسعه سریع و ساده با در برگیری سرویس‌های جدید
- قابلیت‌های پشتیبانی پروتکل‌های متفاوت
- امکان دسترسی هر یک از ایستگاهها به کل یا بخشی از ظرفیت شبکه
- قابلیت بالا در مدیریت شبکه
- و از معایب استفاده از این روش:
- تاخیر محسوس لینک ماهواره (۲۵۰ میلی ثانیه)
- وابستگی و نیاز به بخش فضائی
- هزینه‌های نگهداری و عملیاتی متغیر
- حساس بودن به شرایط جوی مخصوصاً باران.

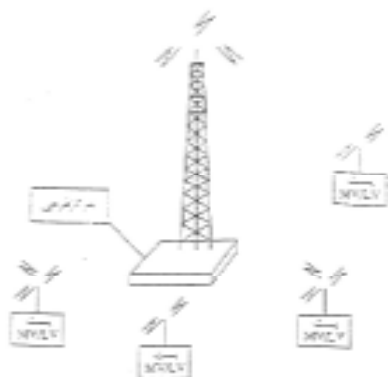
#### ۶) سیستم‌های رادیویی

<sup>۱</sup> Trunked Radio System

شبکه‌های - کنترل‌های راه دور و ... ) توسط تعداد زیادی مصرف کنندگان قابلیت اطمینان برای کاربردهای صنعتی و تجاری از این روش سوال برانگیز است. بعلاوه FCC اخیراً بخشی از این باند را برای موقعیت یابی اتوماتیک وسایل نقلیه AVL<sup>۳</sup> و کاربردهای دیگر اختصاص داده است. عیب دیگر این است که بدلیل استفاده از فرکانس‌های کوتاه، تعداد زیادی تکرار کننده یا Repeater نیاز است تا داده‌ها در یک مکان وسیع منتقل شوند. همچنین بعلت ساخت و سازهای بلند و در سطح یک شهر، استفاده از تعداد زیادی تکرار کننده را الزامی می‌دارد.

در نتیجه این محدودیت‌ها، تکنولوژی طیف گسترده برای ارتباطات در رنج کوتاه محبوبیت دارد. ارتباط دهنده‌های سیستم اسکادا به قابلیت بالا نگاه می‌کنند و حتی الامکان از این اصل دوری می‌جویند. آنها استفاده از فرکانس‌های مجاز با قابلیت اطمینان بیشتر را به استفاده از این باند ترجیح می‌دهند.

نمونه ساده شده ارتباط رادیویی مرکز کنترل بایستها در شکل ۲، آورده شده است.

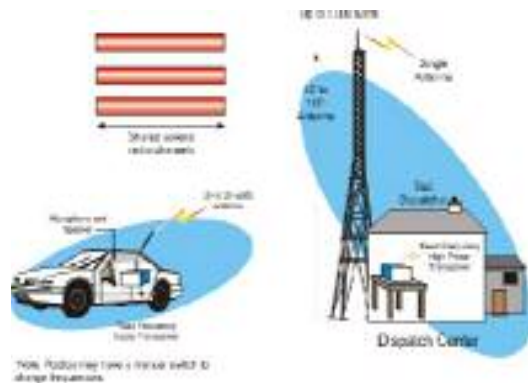


شکل ۲- شکل ساده ارتباط رادیویی با مرکز کنترل

#### ۵-۶- سیستم بی سیم رادیویی (RF)

با توجه به اینکه شبکه‌های توزیع و دیسپاچینگ‌های توزیع در مناطق شهری هستند و فواصل پستهای توزیع نسبت به هم نزدیک است انتقال اطلاعات می‌تواند از بستر رادیویی عمل گردد. از معایب عمده این سیستم می‌توان به سرعت ارسال پایین و شکل Line-of-Sight بودن آن اشاره کرد. اما با توجه به برآورد هزینه‌ها و مقایسه با دیگر سیستمهای انتقال در حال حاضر مناسب ترین وسیله ارتباطی بین پستهای مرکز دیسپاچینگ بنظر میرسد. عیب عمده دیگر این سیستم انتقال

رادیوهای ارتباطی صوتی از کانال‌های بانک استفاده می‌کنند، در حالیکه در همان لحظه، استفاده کننده داده ای RTU، مجهز به کانال‌های اختصاصی هستند که به سرعت هنگام نیاز قابل دسترسی هستند. استفاده ارتباطی برای ترمینال‌های داده‌های اسکادا بوسیله سیستم‌های ترانک بسیار با ارزش میباشند.



شکل ۳- ساختار رادیو ترانک

#### ۳-۶- سیستم‌های آدرس دهی چندگانه بعنوان یک نوع سیستم رادیویی

به منظور دسترسی به راه حل‌های مناسب برای نیاز در حال گسترش شرکتهای توزیع جهت کنترل از راه دور اجزاء اسکادا، از نظر رادیویی FCC (مربوط به سیستم مخابرات آمریکا) کانال‌های مختلفی را در باند ۹۰۰ MHZ برای ارتباط مخابراتی از طریق سیستم آدرس دهی چندگانه Multi Address System (MAS) فراهم آورد. MAS ارتباط دو طرفه کامل یا نیمه بین پورت‌های سریال RS-۲۳۲ ترمینال داده و مرکز کنترل ایجاد می‌نماید. MAS دارای مزایا و معایبی است. مهم ترین مزیت اصلی این روش به اختصاصی بودن داده‌ها مرتبط است که خدماتی مشابه خطوط اختصاصی کابلی فراهم می‌آورد. عیب این سیستم در این است که کانالهای MAS همه توابع مرتبط به ارتباطات (شبکه، بررسی خطا، ارتباط مجدد و...) بایستی توسط پورتهای RTU بررسی شوند. بعلاوه هزینه ساختار داده‌های اختصاصی و نصب آنها باید در نظر گرفته شود.

#### ۴-۶- سیستم رادیو مدم، طیف گسترده

ارتباطات طیف گسترده درحقیقت برای استفاده از فرکانس‌های غیرمجاز و فرکانس‌های کوتاه رادیویی می‌باشد. فرکانس‌های در نظر گرفته شده برای این منظور (بوسیله FCC در ایالات متحده) ۹۰۲ تا ۹۲۸ مگاهرتز بر روی باند ۲.۴ GHZ می‌باشد.

با توجه به استفاده بیش از حد از این فرکانس‌های غیرمجاز بوسیله کاربردهای مختلف (تلفن‌ها -

<sup>۳</sup> Mulit Address System

<sup>۴</sup> Modem SpreadSpectrum Radio

- ساختار ارائه شده PS-TCP/IP از الگوی لایه بندی طبق استاندارد ISO/OSI تبعیت می نماید. به این معنی که ساختار سیستم مخابراتی از توابع و عملکردهای سیستم اتوماسیون توزیع مستقل است. این امر منجر به ایجاد یک محیط مخابراتی باز و شفاف برای تمام توابع اتوماسیون می شود.

#### - شبکه Peer to Peer و بسته بندی اطلاعات (IP Datagram)

اصطلاح مذکور در لغت به معنای جفت به جفت و در شبکه اتوماسیون خاصیتی است که همه عناصر شبکه زمانی می توانند اطلاعاتشان را با یکدیگر تبادل نمایند که آنها را دیتاگرم های استاندارد IP بسته بندی (طبقه بندی) کرده باشند.

با وجود اینکه توابع اتوماسیون توزیع ساختاری سلسله مراتبی دارند، ضرورتی نیست که ساختار مخابراتی مورد استفاده برای پشتیبانی و عملکرد آنها، خودش سلسله مراتبی باشد. این خاصیت در عملکرد RTU ها و FTU ها به وضوح مشخص است. RTU دستگاهی است که وظیفه کنترل از راه دور کلیدهای اتوماتیک (LS) را به منظور تقسیم فیدر به چند بخش را در شبکه بعهده دارد. این دستگاه در پستهای توزیع از طریق دستگاه دیگری بنام FTU که در کنار کلیدها قرار می گیرد، این عمل را انجام می دهد. FTU ها وضعیت فیدرها را (از جمله جریان و ولتاژ و زاویه آنها) طی بازه های زمانی مشخص گزارش می دهند. اگر چه زیر ساخت ارتباطی سیستم مخابراتی اتوماسیون Peer to Peer است. RTU ها همچنان می تواند به شکل موثری عملکردهای FDIR (تابع اصلی اتوماسیون شامل آشکار ساز رله کردن و باز آرائی فیدر، کنترل ولت / وارمجمع) و جمع آوری اطلاعات را انجام دهد. از آنجا که ساختار ارتباطی محدود به عملکرد FDIR است (RTU کنترل کامل را اعمال می نماید) هیچ تابع دیگری از اتوماسیون توزیع نمی تواند از ساختار مخابراتی استفاده نماید. مگر اینکه ابتدا با عملکرد FDIR هماهنگ شده باشد. این مسئله باعث طراحی پیچیده سخت افزاری و نرم افزاری بطور بیهوده ای خواهد شد. ولی اگر تمام عناصر شبکه (FTU, RTU) اطلاعات خود را قبل از ارسال، در یک فرمت استاندارد بسته بندی نمائیم و از طرف دیگر شبکه مخابراتی را به یک شبکه همه منظوره تبدیل نمائیم. یک سیستم مخابراتی جامع خواهیم داشت که می تواند بطور موثری عملیات و توابع بیشتری از FDIR را پشتیبانی نماید.

اخذ مجوز از اداره فرکانس می باشد و دقیقاً نمی توان ایمنی اطلاعات را بدلیل امنیت پایین پروتکل های ارتباطی آن و همچنین نویزپذیری تضمین نمود.

#### ۷) معرفی سیستم مخابراتی PS-TCP/IP

تاریخچه این پروتکل به اقدامات انجام شده در پروژه های تحقیقاتی وزارت دفاع آمریکا بر روی تمرکز و اتصال دهی شبکه های کامپیوتری مختلف بر می گردد. بعدها به دنبال تصمیمات اتخاذ شده در مورد انتخاب این پروتکل برای شبکه جهانی کامپیوتری مرسوم به اینترنت و همچنین بکارگیری آن در سیستم عامل Unix باعث شد که استفاده از این روش بیشتر و بیشتر گردد تا آنجا که امروز به عنوان یک استاندارد رایج در شبکه های کامپیوتری پذیرفته شده است. این پروتکل خود شامل مجموعه ای از پروتکل های مختلف است که معروفترین آنها IP و UDP و TCP می باشد و کلاً به عنوان TCP/IP شناخته می شود. این پروتکل دارای ساختار لایه ای می باشد لایه های پیوند داده و فیزیکی جزء این پروتکل نبوده و هر پروتکل می تواند در این لایه قرار بگیرد. لایه سوم یا لایه شبکه وظیفه انتقال اطلاعات را بصورت بدون اتصال و غیرقابل اعتماد بر عهده دارد که سه هدف اصلی زیر را در نظر دارد:

- این لایه واحد پایه برای انتقال داده را در پروتکل TCP / IP مشخص می کند.
  - وظیفه مسیریابی و انتخاب مسیر برای انتقال اطلاعات را بر عهده دارد.
  - این لایه شامل مجموعه قوانین می باشد که تحویل بسته های داده را بصورت غیر قابل اعتماد مقدور می سازد مانند اینکه چگونه دروازه ها روی بسته های داده پردازش کنند، چطور و چه وقت پیغام کنترل خطا تولید شود و اینکه تحت چه شرایطی یک بسته حذف شود. (دروازه ها یا Gateway)
- در ابتدا باید گفت که یک زیر ساخت مخابراتی اتوماسیون توزیع باید بتواند سه معیار اصلی طراحی سیستم را برآورد نماید:
- ۱) اول آنکه، باید یک الگوی آدرس دهی سراسری توسعه یابد تا هر عنصر شبکه مرتبط با مخابرات سیستم توزیع بتواند به شکل یگانه ای شناسائی گردد.

۲) دوم اینکه، سیستم مخابراتی اتوماسیون توزیع باید از هر یکی از عملکردها و توابع اتوماسیون مجزا گردد. این معیار به کاربردی تر شدن روشها و توابع اتوماسیون تحت پوشش سیستم مخابراتی واحد مربوط می گردد.

۳) سوم آنکه، زیر ساخت مخابراتی جامع و توسعه داده شده باید بتواند. لایه های اول و دوم پروتکل های مختلف را طبق استاندارد ISO/OSI در خود بگنجاند.

جدول (۱) مقایسه روشهای اجرایی سیستمهای

مخابراتی	سرعت داده ها	خطای بیت	اتوماسیون توزیع	هزینه های سرمایه یه ای	دستر سی به کانال	هزینه بهره برداری
سیستمهای رادیویی متداول	متوسط	متوسط	خوب	کم	سریع	کم
سیستمهای رادیوترانک	کم	متوسط	خیلی خوب	خیلی کم	سریع	کم
خطوط سیمی و اختصاصی	خیلی زیاد	کم	ضعیف	زیاد	سریع	خیلی زیاد
سیستم با آدرس دهی چندگانه	زیاد- بالا	متوسط	خیلی خوب	کم	خیلی سریع	کم
DLC	متوسط	بالا	متوسط	زیاد	خیلی کم	زیاد
طیف گسترده	متوسط	متوسط	خوب	متوسط	خیلی کم	کم
فیبر نوری	خیلی زیاد	خیلی کم	ضعیف	خیلی بالا	خیلی سریع	خیلی زیاد

مخابراتی

این سیستم مخابراتی جهت اعمال توماسیون شبکه های توزیع در ایران و در شرکت های برق منطقه ای در راستای استفاده در تابع قرائت کنتور دیجیتالی و تخمین و کنترل مستقیم بار مشترکین بسیار از نظر برآورد فنی مناسب است.

از مزایای دیگر این سیستم مخابراتی داریم :

- ۱) الگوی آدرس دهی سلسله مراتبی درآمد
  - ۲) دارای یک محیط مخابراتی باز
  - ۳) خدمات مشترکین انعطاف پذیر
  - ۴) مزیت اقتصادی
  - ۵) قابل استفاده برای تمام شرکت های توزیع برق
- سیستم پیشنهاد شده در این بحث از معیارهای اقتصادی پیاده سازی اتوماسیون توزیع پیروی نموده و می تواند خدماتی را عرضه نماید که پیش از این ارائه اینها مسیر نبوده است.
- تقریباً تمامی سخت افزارها و نرم افزارهای استاندارد اینترنت می توانند مستقیماً برای شبکه مورد نظر PS-TCP/IP استفاده شوند. بنابراین سیستم پیشنهادی از قابلیت انعطاف جایگزینی بسیار بالایی برخوردار است که منجر به مزیت اقتصادی آن می گردد.

PS/TCP/IP می تواند عملاً با کلیه جنبه های ارتباطی و مخابراتی شرکت های برق وفق یابد. شرکت های برق می توانند این سیستم را همراه با اینترنت اولیه خودشان بسازند. با در نظر گرفتن مسئله بالا بودن حاشیه امنیت این سیستم بدلیل قابلیت خصوصی بودن آن امنیت و تداوم خدمات را تضمین نماید.

## ۸) ارزیابی محیطهای مخابراتی اتوماسیون توزیع

پس از بررسی محیط های مخابراتی در این قسمت به بررسی مزایای فنی و اقتصادی می پردازیم. با بررسی موارد مرتبط به هریک از سیستمهای مخابراتی مزایای فنی و اقتصادی بررسی گردید مطابق با جدول (۱) روشهای اجرایی چند سیستم مخابراتی مقایسه گردید. ملاحظه میگردد بررسی هریک از این روشها از چندین آیت تشکیل شده که نیاز است بصورت ترکیبی در نظر گرفته شود.

ولی جهت شناخت کامل محیطهای مخابراتی دو معیار فنی و غیر فنی دسته بندی میگردند. برای امتیاز بندی کمی محیطها مقایسه و ارزیابی روش (پردازش سلسله مراتب تجزیه ای) (AHP). (Analytic Hierarchy Process) استفاده می شود. در این قسمت به بررسی معیارهای ارزیابی سیستم های فوق می پردازیم: {۵}

## -انواع معیارها:

### -معیارهای فنی

۱. مستقل بودن از تغییرات در شبکه برق
۲. تاثیرپذیری شرایط جغرافیایی
۳. نرخ در ارسال داده ها
۴. سرعت کانال برای ارسال داده
۵. امکان ارتباط با چند نقطه
۶. حداکثر فاصله

### -معیارهای غیر فنی:

۱. امکان مدیریت و کنترل مستقل
۲. میزان هزینه بری
۳. محدودیتهای سازمان مخابراتی
۴. میزان شناخت تکنولوژی

### -معیارهای عمومی:

۱. قابلیت گسترش
  ۲. ساده گی تعمیر و نگه داری
  ۳. سهولت نصب و نگهداری
  ۴. ایمنی
  ۵. سایر کاربردها
- خلاصه این بررسیها در جداول (۲ و ۳) ارائه شده است.

برای نرمال سازی و متوسط وزنی بهره میگیریم. همانطور که ملاحظه می شود محیط رادیویی بیشترین امتیاز داشته و سپس فیبرنوری



۴. CIGRE Study Committee (The Automation of anaew and xisting substations): why@how/۲۰۰۶  
۵. مستندات و گزارشات اتوماسیون شرکت توزیع  
گیلان

و DLC در ردیفهای بعد قرار گرفته اند. لذا بعنوان محیط مخابراتی در نظر گرفته شود و این محیط بستگی تام به محیط جغرافیایی و شکل بندی شبکه دارد.

### نتجه گیری:

وضعیت شبکه توزیع ولتاژ متوسط در ایران بصورت شعاعی بهره برداری میشود در صورت اجرای سیستم اتوماسیون نیاز به تجهیز وسائل کنترل کننده خودکار و از راه دور است. از نظر مخابراتی سیستمهای رادیویی و فیبرنوری خطوط برق ولتاژ متوسط و تلفن شهری و غیره با توجه به شرایط منطقه انتخاب میگردد.

روند تغییرات محیطهای مخابراتی اتوماسیون توزیع با محیطهای کابل اختصاصی و شبکه تلفنی شروع شده و به محیطهای مخابراتی DLC-رادیویی-فیبرنوری ختم شده است. بکارگیری یک سیستم مخابراتی با توجه به شرایط روز میتواند دارای مزایای مقطعی باشد و در وضعیت گسترش شبکه برق ممکن است جوابگو نباشد و در این حال بایستی انتخاب بهینه با توجه به گسترش باید صورت گیرد.

**طراحی شبکه های مخابراتی بخش توزیع به عوامل ذیل بستگی دارد:**

۱. وسعت منطقه و تعداد پستها
  ۲. وضعیت جغرافیایی
  ۳. سرعت جمع آوری اطلاعات
- که بایستی به صورت موردی اجرا شود. در مناطق وسیع تقسیم بندی شبکه به مناطق کوچکتر و بر پا نمودن مراکز فرعی و ارتباط با مراکز اصلی از راهلهای مناسب میباشد که میتواند مشکلات ارتباط رادیویی را حل کند.
- در مناطقی که برنامه توسعه مدنظر است قرار دادن کابلهای اختصاصی و در نظر گرفتن مسائل فنی یکی دیگر از راه حلها میباشد.
- طراحی شبکه توزیع میتواند به شکل ترکیبی از مخابرات رادیویی-کابل اختصاصی-و DLC باشد که بر حسب مورد یکی از این روشها بیشترین سهم را خواهد داشت

### منابع و ماخذ:

۱. (پروژه بررسی امکان سنجی اتوماسیون در ایران)- دکتر حقی فام-هدایت-دانشگاه آزاد تهران جنوب-مهر ۸۲
۲. ABBCatalogue, substation automation system industrial (for substation automation) ۲۰۰۰
۳. (انواع محیط های مخابراتی و اتوماسیون شبکه توزیع) مرکز تحقیقات نیرو-تیر ۱۳۷۵





جدول (۲) روشهای ارزیابی سیستمهای مخابراتی

امتیازدهی نهایی	ارائه سرویسهای دیگر	ایمنی اطلاعات	سهولت تعمیر نگهداری	سهولت نصب و جابجایی	قابلیت گسترش	شناخت تکنولوژی	استقلال از سایر سازمان	کاهش هزینه	مدیریت مستقل	فاصله ارسال	ارتباط نقطه به نقطه	سرعت انتقال	نرخ خطای پایین	مقاومت در برابر شرایط جوی	مستقل از توزیع
۱	۴	۵	۶	۳	۶	۳	۶	۲	۹	۱	۲	۳	۳	۷	۱
۱.۶۹	۵	۲	۷	۷	۹	۹	۵	۷	۵	۷	۴	۶	۳	۱	۷
۱.۴۹	۹	۹	۳	۳	۴	۳	۹	۱	۹	۵	۲	۹	۹	۹	۷
۱.۰۲	۳		۴	۱	۲	۹	۳	۴	۱	۳	۲	۳	۳	۵	۷
۱.۰۶	۴	۳	۳	۱	۲	۵	۳	۳	۱	۵	۱	۷	۵	۵	۷
	۰.۳۳	۰.۵	۲	۱	۱	۰.۳۳	۰.۵	۴	۱	۳	۴	۱	۳	۲	۱
امتیاز															
DLC															
رادیو															
فیبرنوری															
تلفن															
شبکه عمومی دیتا															

جدول (۳) جدول تعریف امتیاز

امتیاز ارزیابی	شرح
۱	مطلوبیت یکسان
۳	مطلوبتر
۵	اهمیت زیاد
۷	خیلی مهمتر
۹	کاملاً مطلوب
۸ و ۴ و ۶ و ۲	مقادیر بینابین