# سیستم کنترل پیشرفته شبکه توزیع برق با استفاده از تکنولوژی جدید مخابراتی

مهندس سهیلی (ایران سویچ) مهندس قاسمی (سازمان برق ایران)

چکیده :

---

کشورهای پیشرفته پس از تحقیق وبررسی زیاد باین نتیجه رسیده اند که یک سیستم کنترل توزیع بر طبق تکنولوژی انتقال اطلاعات توسط تکنولوژی carrier Line جهت حصول به یک راه حل کامل برای دو مسئله مهم واساسی مربوط به فعالیتهای اتوماتیک (Online) در رابطه با شبکه توزیع بر طراحی نمایند این دو مسئله مهم شامل :

۱- کنترل از راه دور شبکه فشار متوسط (MV) .

۲- کنترل واتوماتیک نمودن سیستم کنتورخوانی MV,LV مربوط به کشورهای مشترکین میباشد .

این مقاله نکات کلیدی انتخاب پیکره سیستم جدید وبهترین خواص اجزاء آن رابا توجه به موارد زیر توضیح میدهد .

الف ) بهبود راندمان انرژی مصرف .

ب ) ارتقاء کیفیت وامنیت سیستم .

ج ) سرویس بهتر به مصرف کننده ها .

د ) ساده تر وروشنتر نمودن مسائل مشترکین .

امید است که این مقاله بتواند دید روشنی به متخصصین صنعت برق ارائه نماید .

مقدمه :

---

در دهه هشتاد پیشرفتهای وسیعی در تکنولوژی دیجیتال رخ داد وکشورهای پیشرفته جهان برآن شدند که از این تکنولوژی جهت کنترل از راه دور شبکه فشار قوی ،فشار متوسط وفشار ضعیف استفاده نمایند . مطالعات وسیعی بمنظور تحت کنترل داشتن کنتورهای LV MV,HV,وترکیب مصارف حتی مصارف خانگی با شبکه فشار قوی ومتوسط صورت گرفته میگیرد. پاره ای از شرکتهای برق کشورهای پیشرفته کنترل اتوماتیک شبکه توزیع را برای اهداف زیر طراحی نموده ومنیمایند :

- کنترل ازراه دور شبکه MV
- اتوماتیک نمودن سرویس کنتورخوانی MV,LV

مورد اول استفاده از تکنیک ریموت کنترل شبکه توزیع ولتاژ متوسط در حقیقت برای بهبود کیفیت سرویس دهی وبالا بردن قابلیت اطمینان "Reliabilit" وقابلیت دسترسی "Availiabily" شبکه توزیع مد نظر بوده است .

مورد دوم آوردن تکنولوری به خانه های مشترکین وکارگاهها وکارخانه های مصرف کننده برق بمنظور سرویس بهتر واستفاده منطقی تر از انرژی بوده است .

اگرچه مقدار مصرف مشترک LV بسیار کم بوده واتوماتیک نمودن سیستم کنتورخوانی وترکیب این اطلاعات باسیستم اتوماتیک توزیع ممکن است بنظر اقتصادی نباشد، اما با توسعه مدارهای انتگره وقیمت ارزان آنها در بازارها بین المللی ، اولاقیمت تمام شده را به حد وسیعی پائین میاورد ثانیا راه جدیدی برای رسیدن به راندمان انرژی بهترباز مینماید .

الف )تسهیلات حاصله بوسیله سیستم توزیع اتوماتیک

۱- تسهیلات وابسته به اتوماتیک نمودن شبکه MV را میتوان بشرح زیر خلاصه نمود :

۱-۱- بهنگام نمودن (update)زمان واقعی وضعیت اتصالات شبکه، وضعیت باز وبسته بودن کلیدها ومقادیر اندازه گیری شده ها

۱-۲- تقسیم بندی قسمتهای عیب دار شبکه بطور اتوماتیک .

۱-۳- برگرداندن قسمتهای بدون عیب شبکه بحالت پایدار بطور

اتوماتیک .

۴-۱- اجرای فرمانهای قطع ووصل کلیدها از راه ودر برای اجتناب از وضعیتی که ممکن است از خرابی ها یا اضافه بسار پیش آیدویابرای تعمیرات وغیره .

۵-۱- اعمال سیاستهای جدید برای کنترل بار راکتیو .

۶-۱- جمع آوری ونگهداری اطلاعات وابسته به عملکرد شبکه برای مقاصد طراحی ،برنامه ریزی ومهندسی .

۲- تسهیلات وابسته به سرویس اتوماتیک کنتورخوانی مشترکین را میتوان بشرح زیر خلاصه نمود :

۱-۲- خواندن از راه دور مقدار مصرف مشترکین بر طبق جدول زمانی در حقیقت حذف دسترسی به دستگاه کنتورکه مشکلات زیادتر وگرانتر بویژه وقتیکه دستگاه کنتور در ملک خصوصی مشترک نصب شده باشد . وحذف حالت هر مقدار صورتحساب بر مبنای مقدار مصرف بین دو خواندن متوالی .

۲-۲- برنامه ریزی مربوط به لحظات مختلف روز ،برمبنای تغییر روزانه آن وقیمت انرژی فصلی .

۳-۲- تحویل انرژی به مصرف کننده براساس تغییرات روزانه وفصلی بهای انرژی .

۴-۲- اعمال فرمان قطع کلید روی کارت کنتورهای خانگی ومسکونی مربوط به مشترکین وقتیکه مقدار مصرف از یک حد معینی بالاتر رود .

۵-۲- سطیم از راه دور انرژی در حالتیکه تغییر قراردادی انرژی توزیع شده به مشترک‌یا کاهش انرژی تحویلی به مشترکین بدحساب .

۶-۲- تنظیم از راه دور نقاط تنظیم انرژی در شرایطی که حوادث اضطراری برای سیستم برق رخ دهد (برای جلوگیری از قطع سراسری ).

۷-۲- قطع از راه دور کلید روی بردکنتور مشترکین LV در حالت خاتمه قرارداد یا درخواست مشترک .

۸-۲- آشکار کردن تقلبها از طریق مقایسه بین انرژی تحویل شده بوسیله ترانس MV/LV وکل انرژی مصرف شده بوسیله مشترکین وهمینطور انرژی تحویل شده بوسیله ترانس HV/MV وکل انرژی مصرف شده بوسیله مشترکین و MV وترانس MV/LV.

۹-۲- آزمایش کردن دستگاه کنتور در رابطه با طرز کار وحفاظت در مقابل تقلب .

۱۰-۲- جمع آوری اطلاعات در رابطه با کیفیت الکتریسته تحویل شده (مقدار قطعیها ومدت آن ).

۱۱-۲- ارسال پیام به مصرف کننده ها در رابطه با شرایط خدمات (اطلاعات اولیه در رابطه قطعی )وشرایط بازرگانی ،پرداخت صورتحسابها وغیره .

ب ) راجع به تسهیلات که توسط سیستم اتوماتیک توزیع وسیستم کنتور خوانی ازراه دور ایجاد میشود بطور خلاصه توضیح داده شد . اما در اینجا دو سوال بسیار مهم مطرح است .

- با توجه به تکنولوژی امروزه تولید سیستم کنتور الکترونیک یا دیجیتال موضوعی جافتاده است اما چگونگی ارسال اطلاعات مصرف وخدمات جانبی آن به مرکز کنترل یا مرکز کامپیوتر موضوع بسیار مهمی است .
- ساختار کلی SCADA شبکه توزیع با توجه به جمع آوری اطلاعات مصرف بطور اتوماتیک .

لذا در ابتداء سیستم مخابراتی انتقال اطلاعات از مصرف کننده ها را مورد بررسی قرار میدهیم وپس از آن ساختار کلی سیستم کنترل را دنبال میکنیم .

۱- انتخاب وسیله مخابراتی ارسال اطلاعات مشترکین

۱-۱- کارهای تحقیقاتی زیادی از سال 1980 ببعد برای پیداکردن یک وسیله مخابراتی بویژه انحصاری برای صنعت برق انجام گرفت ، در این رابطه شرکت برق ایتالیا سیستم لاین کاریر را باتوجه به سه پارامتر مهم امپدانس ،افت وهم شنوائی در شبکه های LV,MV توصیه نمود سیستم لاین کاریر متوت یک

کارت الکترونیک در کنار کنتور الکترومکانیک موجود مصرف کننده ها وبجای کنتورهای الکترومکانیک نصب واطلاعات مربوط به مصرف کننده را به اولین نقطه جمع آوری اطلاعات از طریق خط LV ۲۲۰ولت انتقال میدهد.

۲-۱- دلیل انتخاب لاین کاریر شرح زیر میباشد:

- در دسترس بودن لینک ارتباطی در هر نقطه کهالکتریسته تحویل میگردد، ونیازی به ساختمان فیزیکی جداگانه ندارد
- استقلال پرسنل شرکت برق برای نصب ونگهداری بدون نیاز به هماهنگی با ارگانهای دیگر.
- بهره برداری از یک سیستم مخابراتی انحصاری وتحت مالکیت خود که همیشه اپرایشن شبکه بعنوان اصل در نظر گرفته میشود.
- راه حل خوبی برای قابلیت اطمینان" Reliability " و قابلیت دسترسی"availibility" به کنتور مشترکین را پیشنهاد میدهد.
- سیستم مخابراتی هماهنگ ووابسته به سیم های برق میباشد ودرگوشه ای از ملک مشترک نصب میگردد بطوریکه راه را برای سرویس اطلاعاتی جدید به مشتریان برق با زمیکند.

۳-۱- سیستم مدولاسیون لاین کاریر

بعد از بررسی های مختلف سیستم مدولاسیون باند باریک "narrow band" مناسبترین وساده ترین وبا کیفیت خوب برای لاین کاریر تشخیص داده شد.

۴-۱- سیستم کوپلینگ لاین کاریر

با توجه حد انتشار امواج سیستم کوپلینگ فاز به فاز برای شبکه MV وفاز به نول برای شبکه LV انتخاب گردید.

۵-۱- وسیله کوپلاژ Coupling dovice

برای کوپله کردن سیستم لاین کاریر برای شبکه MV و LV سیستم کوپلینگ خازنی مناسبترین تشخیص داده شد.

۶-۱- شرح فرستنده

بخاطر راندمان بالای وسیله کوپلاژ "Coupling dovice"قدرت ارسال هم برای شبکه MV وهم برای یک وات کفایت مینماید.

۷-۱- بخاطر پارامترهائی مثل افت سیگنال ،نول نویز، امپدانس کوپلینگ که با زمان تغییرمیکند،تغییر متناوب بارمصرفی ، تغییر اتصالات شبکه در این سیستم از روش store و forward استفادمیشود، در این سیستم برنامه ریزی طوری است که ارسال پیام هر چند ساعت یکبار انجام ودرساعاتی که تغییر بار شبکه زیاد است ویا درساعاتی تغییر امپدانس چشمگیر است از ارسال اطلاعات خودداری کند.

۸-۱- نرخ ارسال اطلاعات

نرخ ارسال اطلاعات برای شبکه mv، ۱۲۰۰bit/s وبرای شبکه LV،۶۰۰bit/s است

جمع آوری اطلاعات مصرف از ۱۰۰ پست MV/LV مجهز به سیستم کنترل غیرمحلی "Remote Control" واتوماتیک میتواند حتی کمتر از یک دقیقه باشد واز 10'000 کنتور مشترک در کمتر از ۴ ساعت میتواند صورت گیرد.

نمونه ای که شرکت برق ایتالیا برای نصب این وسیله جمع آوری اطلاعات مصرف روی کنتورهای خانگی پیش بینی نموده مطابق زیر میباشد.

۲- سیستم اتوماتیک توزیع

باتوجه به مطالبی که توضیح داده شد برای بیشترین مزایا از سیستم اتوماتیک توزیع شماتیک دیاگرام شکل ارائه گردیده است .

برای اتوماتیک نمودن شبکه توزیع ترکیبات زیر همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده لازم است

"STU" برای کنترل از راه دور پستهای HV/MV.

"STM" برای کنترل از راه دور پستهای MV/LV.

"ISU" برای خدمات اتوماتیک مشترکین .

چون "STM" توابع توسعه "STU ،tention functions" میباشد . لذا STM,STU یک زیر مجموعه "Subsystem" برای اتوماتیک نمودن شبکه میباشند .

ساختار انل شرکت برق ایتالیا

---

سیستمی که در اینجا توضیح داده شد براساس مطالعاتی که برای شبکه برق ایتالیاشده وطراحی کنترل شبکه آن کشور میباشد . لذا لازم است که اطلاعات زیرارائه گردد .

شبکه برق ایتالیا از پستها وخطوط VHV با ولتاژهای (۲۲۰KV و ۳۸۰KV) HV ، با ولتاژهای(۱۵۰KV و ۱۳۲ ) MV ، (۲۰KV و۱۵و۱۰) و LV (۴۰۰ V و۲۳۰) تشکیل شده است .

تعداد ۱۲۰۰ پست HV بوسیله شبکه VHV انرژایز شود که حدود ۷۰۰مشترک صنعتی خیلی بزرگ را تغذیه مینماید . کل طول شبکه HV حدود ۲۵۰۰کیلومتر است شبکه MV که بوسیله شبکه HV انرژایز میشود حدود ۲۷۰۰۰۰پستهای ثانویه MV/LV وپست ترانس وحدود ۱۰۰۰۰۰ مشترک صنعتی بزرگ راتغذیه مینماید .طول شبکه MV تقریبا ۲۸۰۰۰۰ کیلومتر است .

شبکه LV که از طریق ترانسهای MV/LV تغذیه میشود وخیابانها وپارکها وحدود یک میلیون مشترک خانگی را تغذیه میکند . طول شبکه LV حدود ۵۸۰۰۰۰ کیلومتر است .

ساختار سیستم کنترل شبکه توزیع انل به سه سطح زیر تقسیم میشود .

District منطقه ای

Zone ناحیه ای

Agency محلی

منطقه ای : پاسخگوی عملکرد شبکه HV است ومنطقه به وسعت ۱۲۰۰۰کیلومتر را می پوشاند .

ناحیه : از تقسیم District حاصل میشود وپاسخگوئی اپرایشن شبکه LV,MV است بطور متوسط حدود ۱۸۰۰ کیلومتر با تعداد ۱۶۰۰۰۰ مشترک را میپوشاند .

محلی : زون در محدوده حدودش به ۳ تا بیشتر "Agency" خواهد داشت .

سطح محلی : کوچکترین واحد تشکیلات انل که هماهنگ سازون در ایرایشن شبکه MV,LV عمل میکنند .

درحال حاضر تشکیلات ساختاری انل ۲۴ (منطقه ) ۱۷۱ زون (ناحیه ) و۵۹۳ (محلی )دارد .

حال که ساختار سیسم کنترل توزیع Enel بطور خلاصه بیان شد به شکل ۱ برمیگردیم وتوضیحات بیشتری ارائه میدهیم .

برطبق تشکیلات مکز عملیات مسئول اپرایش شبکه HV است ,عموما در مراکزشیفرها با نقاط مسکونی قرار دارد و مراکز کنترل LV,MV در مرکز زون قرار دارد ، لذا اطلاعات از پستهای HV/MV بوسیله سیستمهای چندگانه به خصوصی مل PLC یا لینکهای رادیوئی به مرکز زون انتقال داده میشود ،مراکز زون از طریق شبکه مخابراتی عمومی به مراکز منطقه ای اتصال می یابد .

در این سیستم تمام اطلاعات از پستهای HV/MV از مرکز زونها به مرکز District میرسد لذا در شرایط اضطراری میتوانند جایشان عوض شود .

در این سیستم اطلاعات حضال از سیستم کنتورخوانی مشترکین به پست MV/LV برده میشود واطلاعات مربوط به کنترل اتوماتیک پست MV/LV نیز ب آن اضافه شده وپست HV/MV ارسال میگردد ، در اینجا اطلاعات مربوط به مصرف کننده های MV نیز ب آن اضافه میشود تمام این اطلاعات به مرکز زون ارسال میگردد، در اینجا اطلاعات بنا به طبیعت آنها به دو قسمت تقسیم میگردد .

الف ) تمام اطلاعاتی که مربوط به عملیات کنترل اتوماتیک شبکه باشد به کامپیوترهای ساب سیستم داده میوشد حتی اگراین اطلاعات منتج از قطع ووصل کلیدهای کنتور خانگی باشد ، این اطلاعات هم در کامپیوتر مراکز زون وهم در کامپیوتر مراکز خانگی District ضبط میگردد .

ب ) اطلاعات مربوط به سرویس اتوماتیک مشترکین به کامپیوتر ISU که عموما در مرکز منطقه قرار دارد ارسال میگردد، این مرکز دارای تداخل "Interface" با host camputer که کارهای سازگانی را انجام میدهد دارد .

کامپیوتری مرکزی (ISU) برای سرویس اتوماتیک مشترکین مسئولیت مدیریت

اطلاعاتی "Dbase" را دارد که کدهای مشترکین را شناسائی میکند تا توسط host computer بهره برداری گردد .

علاوه بر موارد فوق الذکر معماری سیستم اتوماتیک توزیع دارای لوازم وتجهیزات زیر نیز میباشد :

دستگاه ACP

این دستگاه همانطور که در شکلهای ۱و۳ نشان داده شده در پریست HV/MV نصب وعملیات زیر را انجام میدهد :

- تبادل اطلاعات از طریق سیستم کوپلینگ باس بار با شبکه MV/LV.
- تبادل اطلاعات با کامپیوترهای زون .
- مبادله اطلاعات از طریق باس مناسب با سیستم حفاظت دیجیتال وتجهیزات کنترل مستقر در ترمینال یونیت پست .
- عملیات دیجیتال مربوط به ریموت کنترل شبکه وسیستم اتوماتیک مشترکین .

دستگاه ACS

این دستگاه همانطور که در شکلهای ۱و۴ نشان داده شده در پستهای MV/LV نصب وعملیات زیر را انجام میدهد .

- تبادل اطلاعات روی شبکه MV.
- تبادل اطلاعات روی شبکه LV.
- مبادله اطلاعات محلی با UPT که درپست نصب است MV/LV .

دستگاه UPT

این دستگاه فقط در پستهای MV/LV نصب میگردد وبرای ریموت کنترل تعریف شده است .این دستگاه کارهای کلاسیک دستورات اپرایشن ومبادله اطلاعات وضعیت کلیدها را اجرا می نماید .

جمع بندی :

سیستم اتوماتیک توزیع بحث شده در این مقاله پیشنهادی است برای اتوماتیک نمودن تمام فعالیتهای مربوط به شبکه توزیع برق ،که توسط مهندسین شرکت برق ایتالیا ارائه وپذیرفته شده است وشرکت برق ایتالیا سفارش قسمتهای زیر از سیستم اتوماتیک توزیع را در سال ۱۹۹۰ داده است .

- سیستم STN برای ۶ زون برای ریموت کنترل شبکه [illegible]

بهره برداری ۱۹۹۳ .

- ۱۲۰۰۰ کنتور اتوماتیک برای مصرف کننده های MV.
- ۷۰۰۰۰ کنتور اتوماتیک برای مصرف کننده های بزرگ LV .
- ۳۰۰۰۰ کنتور اتوماتیک برای مصرف کننده های تجاری .

اجرای با سطح برای دو فاز تعریف شده فاز اول راه اندازی کنتورهای اتوماتیک بدون Acp,Acs در شکل MV/LV,MV/MV وفاز دوم تکمیل سیستم .

* این مقاله گزیده ای از مشخصات فنی سیستم اتوماتیک توزیع شرکت برق ایتالیا میباشد. با توجه به کارهای تحقیقاتی که از طرف "متن " وشرکت ایران سوپیچ بر روی PLC بعمل آمده است وبا بهره گیری از دانش وتجربه شرکتهای خارجی در توسعه کاربرد PLC بمنظور استفاده در سیستم های اتوماتیک توزیع وکنتورخوانی ،میتوان در آینده شاهد استفاده از چنین سیستمهای در ایران بود .

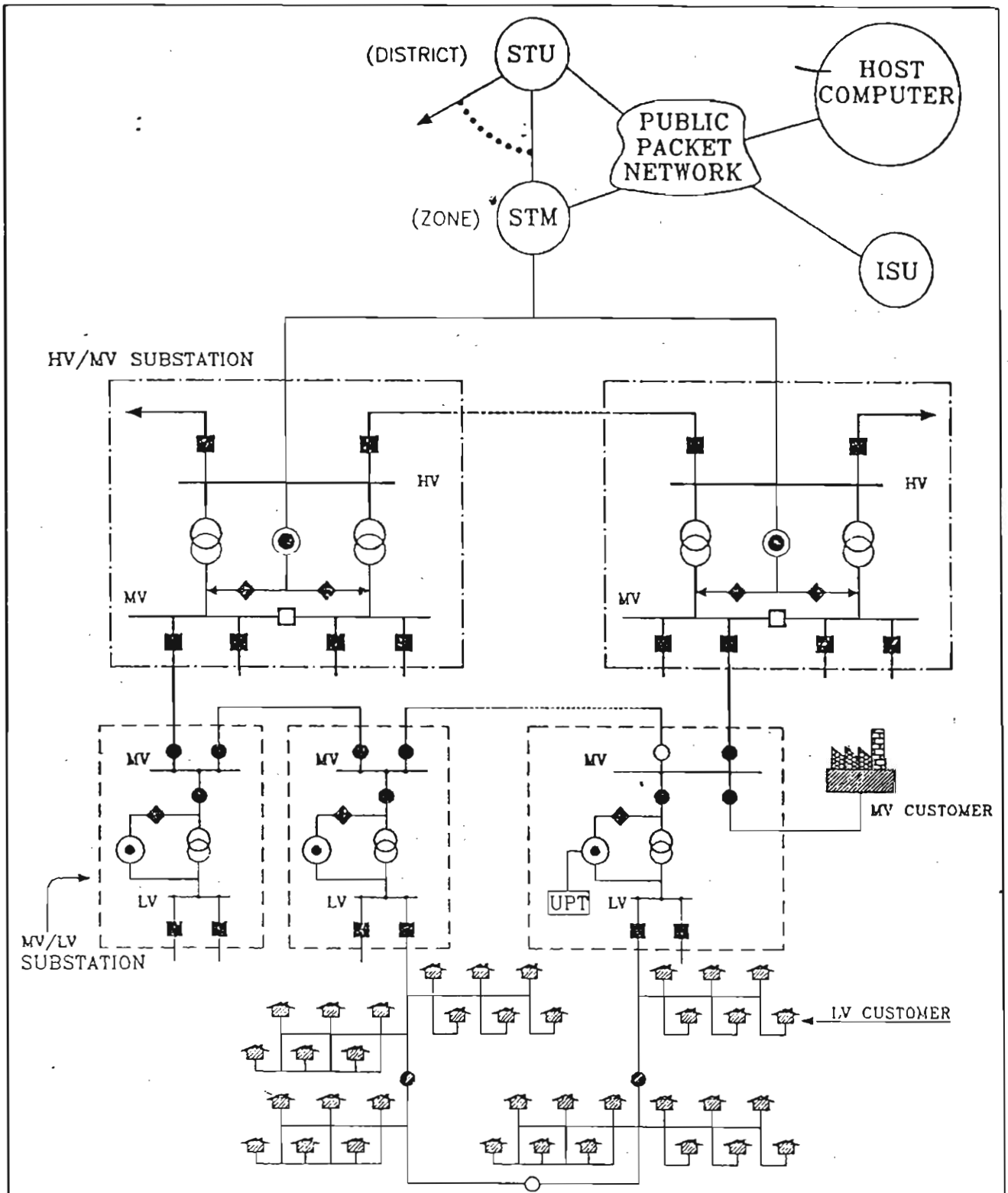


FIG. 1 - [illegible] TECTURE OF THE DISTRIBUTION AUTOMATION SYSTEM

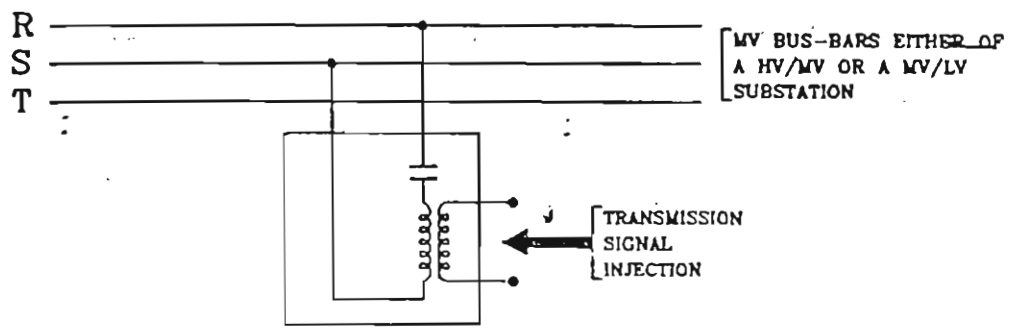


FIG. 2 - DIAGRAM OF THE MV COUPLING DEVICE

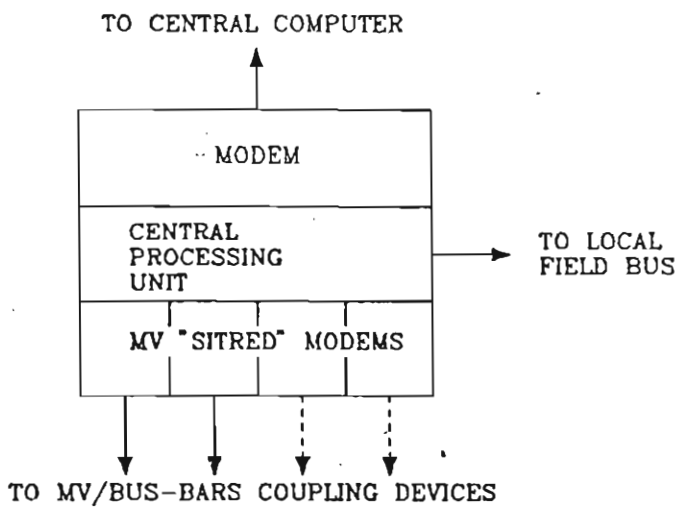


FIG. 3 - SCHEME OF THE ACP APPARATUS

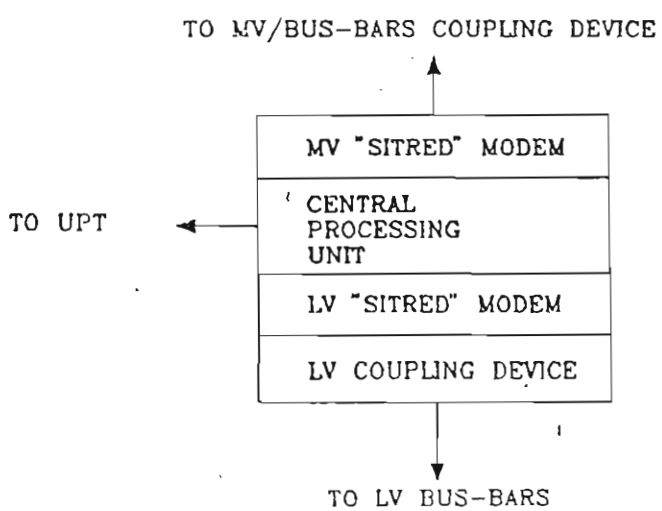


FIG. 4 - SCHEME OF THE ACS APPARATUS