جزوه حفاظت و
سیستم‌های کسب اطلاعات

مدرس:

بهنام سلحشوری

رشته:

برق- ابزاردقیق-الکترونیک

فصل اول: سیستمهای حفاظتی

مقدمه

سیستم حفاظتی الکتریکی جزئی از شبکه است که اطلاعات اصلی شبکه مثل ولتاژ و جریان را دریافت نموده و حالتهای غیرعادی مثل اتصال کوتاه را تشخیص داده و عمل لازم را مثل جدا نمودن قسمت معیوب از بقیه شبکه انجام می‌دهد. چون عمل سیستم حفاظتی همیشه منجر به ایجاد تغییراتی در شبکه می‌گردد که از آن جمله می‌توان قطع خطوط و یا قطع واحدهای تولیدی را نام برد، عملکرد مطمئن آن از اهمیت خاصی برخوردار است.

توجه به این واقعیت که وصل نابجای یک کنتاکت در سیستم حفاظتی می‌تواند منجر به از دست رفتن کل شبکه گردد باعث این مسئله می‌گردد که مطالعه دقیق و همه جانبه در زمینه سیستمهای حفاظتی و شناخت اشکالات، بررسی مسائل طراحی سیستمهای حفاظتی و استفاده از امکانات آن می‌تواند کمک عمده‌ای به شناخت مسائل پایداری شبکه نماید.

۱ـ وظائف سیستمهای حفاظتی

اگر بخواهیم وظائف سیستم‌های حفاظتی را در شبکه بطور خلاصه بنویسیم می‌توان گفت:

۱ـ۱ـ سیستم حفاظتی اتصال کوتاه را در شبکه تشخیص داده و قسمتی از شبکه که در آن اتصالی بوجود آمده است را از بقیه شبکه جدا می‌نماید. بطور مثال وظیفه رله دیستانس تشخیص اتصالی روی خطوط و جدا کردن خط معیوب از بقیه شبکه می‌باشد و یا وظیفه رله دیفرانسیل تشخیص اتصالی در داخل ترانسفورماتور و جدا کردن آن از بقیه شبکه می‌باشد.

۱ـ۲ـ سیستم حفاظتی حالت بهره‌برداری غیر عادی در یک جزء از شبکه را تشخیص داده آن جزء را برای آنکه صدمه نبیند از بقیه شبکه جدا می‌نماید. مثلاً رله بار زیاد و یا ولتاژ زیاد، ترانسفورماتور و ژنراتور را در حالت‌های بهره‌برداری غیر عادی از بقیه شبکه جدا می‌نماید.

۳ـ۱ـ سیستم حفاظتی حالت بهره‌برداری خارج از حد قابل قبول را تشخیص داده و عمل لازم جهت برگرداندن شبکه به حالت عادی را انجام می‌دهد. مثل تشخیص ولتاژ زیاد و یا کم در یک قسمت از شبکه و ارسال فرمان برای در مدار قرار گرفتن راکتور و یا خازن جهت کنترل ولتاژ, یا تشخیص فرکانس پایین در شبکه توسط رله‌های فرکانسی و قطع مرحله‌ای با رجعت کنترل فرکانس و یا تشخیص ولتاژ غیر نرمال در ثانویه ترانسفورماتور و ارسال فرمان تغییر نسبت تبدیل ترانسفورماتور به تپ چنجر جهت عادی کردن ولتاژ.

۴ـ۱ـ چون در وضعیت خاص بهره‌برداری از شبکه و یا اشکال در مدارهای ثانویه ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ ممکن است رله‌های حفاظتی عملکرد ناخواسته داشته باشند این حالت‌های خاص را می‌توان توسط رله‌های دیگری تشخیص و از عملکرد رله‌های حفاظتی اصلی جلوگیری نمود.
مثلاً در حالت‌های خاص از نوسان قدرت ممکن است رله‌های حفاظتی دیستانس و یا جریان زیاد خطوط عمل نمایند که در این حالت می‌توان نوسان قدرت را توسط رله‌های حفاظتی نوسان قدرت تشخیص داده فرمان بلوکه کردن به رله‌های حفاظتی اصلی (دیستانس و جریان زیاد) صادر نمود و یا در صورت سوختن فیوز ترانسفورماتور ولتاژ، اطلاعات ولتاژ به رله دیستانس داده نمی‌شود در صورتی‌که اطلاعات جریان را رله دریافت می‌نماید. رله دیستانس این حالت را با حالت اتصالی در خط یکسان فرض نموده و عمل می‌نماید با قرار دادن رله‌های مخصوص که سوختن فیوز را تشخیص میدهند می‌توان از عملکرد بیمورد رله دیستانس جلوگیری نمود.

۵ـ۱ـ آمار ثابت نموده که اکثر اتصالهایی که روی خطوط بوجود می‌آیند گذرا می‌باشند. بنابراین سیستم حفاظتی می‌تواند در هنگام بوجود اتصالی روی خط، کلیدهای آن خط را (تکفاز یا سه فاز) قطع نموده و بعد از مدت معینی از ارسال فرمان قطع، فرمان وصل مجدد با آن کلیدها صادر نماید. که در این صورت شبکه بعد از مدت بسیار کوتاهی به حالت قبل از حادثه برمی‌گردد. بکارگیری سیستم وصل مجدد اتوماتیک در شبکه‌های ۴۰۰ و ۲۳۰ کیلووات می‌تواند کمک زیادی به پایداری شبکه در

حالتهای گذرا نماید. وظائف سیستم‌های حفاظتی و مثالهای مورد بحث در برگیرنده تمام کار سیستم حفاظتی نیست و شرح کامل آن خارج از حوصله‌این مقاله است.

۲ـ اجزاء سیستمهای حفاظتی

اجزاء سیستم‌های حفاظتی در شبکه را می‌توان بشرح زیر خلاصه نمود:

۱ـ۲ـ ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ که اطلاعات شبکه را به رله‌های حفاظتی می‌دهند این اطلاعات شامل جریان و ولتاژ شبکه می‌باشد که به مقدار متناسبی کاهش پیدا کرده است و قابل اندازه‌گیری توسط رله‌ها می‌باشد و همچنین اطلاعات فرکانس شبکه نیز توسط ترانسفورماتور ولتاژ به رله‌ها داده می‌شود.

بطور خلاصه جریان شبکه به مقدار استاندارد ۱، ۲ و ۵ آمپر و ولتاژ آن نیز به ۱۰۰، ۱۱۰، ۱۲۰ ولت کاهش پیدا می‌کند، بدین ترتیب می‌توان رله‌های حفاظتی را برای جریان و ولتاژ خاصی استاندارد نمود.

۲ـ۲ـ رله‌های حفاظتی: کار رله‌های حفاظتی دریافت اطلاعات از شبکه توسط ترانسفورماتورهای جریان و ولتاژ، تشخیص حالت غیرعادی مثل فرکانس زیاد یا کم، ولتاژ زیاد یا کم جریان زیاد امپدانس کم و... انجام عمل لازم مبنی بر رفع حالت غیرعادی است. بایستی توجه داشت که رله‌ها بایستی دارای مشخصاتی مثل دقت عملکرد سرعت عملکرد، قابلیت اطمینان باشند.

۳ـ۲ـ کلیدهای قدرت جزئی از سیستم حفاظتی است که در صورت لزوم مثلاً وجود اتصال کوتاه در خط و یا ترانسفورماتور و یا ژنراتور فرمان لازم را از رله‌های حفاظتی دریافت نموده و قسمت معیوب را از بقیه شبکه جدا می‌نماید.

لازم به توضیح است عملکرد رله‌های حفاظتی حتماً به قطع دیژنکتور ختم نمی‌گردد بلکه می‌تواند فرمان وصل آن باشد و یا ارسال فرمان به تپ چنجر باشد.

۴ـ۲ـ سیستم‌های تغذیه که کار آنها برقراری تغذیه جهت قسمت‌های مختلف مثل رله‌های حفاظتی رله‌های کمکی ـ ارسال آلارم ـ ارسال فرمان تریپ به بریکرو ... باشد.

۵ـ۲ـ سیستم‌های آلارم و ثبت اطلاعات: چون زمان بروز حادثه تا رفع آن ممکن است کمتر از چند دهم ثانیه طول بکشد در این زمان فرصت کافی برای بررسی چگونگی بوجود آمدن حادثه و عملکرد رله‌های حفاظتی وجود ندارد. بنابراین می‌توان اطلاعات حادثه را مثل شکل موجهای جریان و ولتاژ ـ عملکرد کلیدهای قدرت، عملکرد رله‌های حفاظتی ـ زمان شروع حادثه را توسط دستگاه‌های ثبات حادثه ثبت نموده و در موقع مناسب از آنها جهت تجزیه و تحلیل شبکه در هنگام حادثه استفاده نمود.

همچنین سیستم‌های آلارم جهت هشدار داده به اپراتور در صورت وجود اشکال و انجام عمل مقتضی همچنین دادن اطلاعات تکمیلی حادثه برای بررسی حادثه بکار می‌رود.

۶ـ۲ـ سیستم‌های تله پروتکشن: این سیستم‌ها ارتباط حفاظتی دو طرف شبکه را برقرار می‌سازند مثلاً ارتباط رله‌های دیستانس خط در دو طرف، بطور کلی ارتباط حفاظتی موجود در شبکه ایران سه نوع می‌باشد.

الف: ارتباط حفاظتی بین رله‌های دیستانس دو طرف خط جهت تسریع نمودن عمل و یا عمل طبق برنامه از پیش تعیین شده.

ب: ارتباط حفاظتی بین رله‌های حفاظتی کمکی مثل اتصال زمین جهت ارسال فرمان قطع شرطی.

ج: ارسال فرمان تریپ از یک طرف به طرف دیگر.

با توضیحاتی که داده شده عملکرد مطمئن سیستم‌های تله پروتکشن (بخصوص بند ج) از اهمیت خاصی برخوردار است.

۳ـ شبکه ضعیف از نظر سیستم حفاظتی

دراین قسمت از جزوه که در واقع بخش اصلی و مورد نظر آنرا تشکیل می‌دهد شبکه ضعیف از نظر سیستم حفاظتی و برخی اشکالات موجود در شبکه (بدون ذکر نام و محل آن) مورد بحث قرار می‌گیرد.

۱ـ۳ـ تعریف شبکه ضعیف از نظر سیستم حفاظتی: شبکه ضعیف از نظر سیستم حفاظتی شبکه‌ای است که در آن سیستم حفاظتی بطور دلخواه و از پیش تعیین شده عمل ننماید و یا بعد از عملکرد دلخواه و از پیش تعیین شده شبکه به حالت عادی باز نگردد.

۲ـ۳ـ ضعف شبکه از نظر سیستم حفاظتی را می‌توان به دو دسته تقسیم نمود.

۱ـ ضعف شبکه ۲ـ ضعف سیستم حفاظتی

ضعف شبکه از نظر تداوم تشویق و تسلسل عملکرد رله‌های حفاظتی بدان معناست که:

۱ـ۲ـ۳ـ در هنگام قطع یک خط بعد از اتصالی توسط رله‌های حفاظتی مربوط خطوط ارتباطی دیگر دارای بار پیش از حد مجاز گردند که دراین صورت رله‌های حفاظتی آن خطوط نیز ممکن است عمل نمایند.

۲ـ۳ـ۳ـ در حالتهای اضطراری ولتاژ شبکه از حد کنترل خارج گردند و منابع کنترل ولتاژ مثل راکتور یا خازن در دسترس نباشد. دراین صورت رله‌های حفاظتی راکتورهای در مدار (مثل جریان زیاد) و یا در ترانسفورماتور مثل (Over Flux) عمل نموده باعث بیشتر بالا رفتن ولتاژ گردند در واقع عملکرد رله‌های حفاظتی در این حالت در جهت عکس عمل می‌نمایند و نه تنها باعث بهبود وضع شبکه نمی‌گردند بلکه شبکه را بحالت غیر پایدارتر می‌برند.

۳ـ۳ـ۳ـ در هنگام حادثه (مثل اتصالی روی یک خط و قطع آن توسط رله‌های حفاظتی مربوطه) در شبکه نوسان زیاد قدرت بوجود آید در نتیجه رله‌های نوسان قدرت (Power Swing Relays) نتوانند از عملکرد رله‌های دیستانس خطوطی که اتصالی روی آنها وجود ندارد جلوگیری نموده و باعث قطع خطوط بیشتری گردند در نتیجه شبکه را بیشتر به حالت ناپایدار ببرند. ضمناً رله‌های جریان زیاد خطوط نیز ممکن است در این حالت عمل نمایند و باعث قطع خطوط مربوط گردند.

۴ـ۳ـ۳ـ در هنگام قطع یک واحد که بار نسبتاً زیادی از شبکه را تامین می‌نماید بقیه شبکه متلاطم گردد مثلاً افت شدید فرکانس و یا افت شدید ولتاژ و یا افزایش شدید جریان پیش آید که

می‌تواند باعث عملکرد استارترهای رله‌های دیستانس خطوط گردد. این مسئله عمدتاً در مورد شبکه‌هائی که نسبت تولید یک واحد با کل تولید شبکه رقم قابل ملاحظه‌ای را تشکیل می‌دهد بسیار زیاد اتفاق می‌افتد.

مثلاً در یک شبکه ۵۰۰۰۰ مگاواتی خارج شدن یک واحد MW1200 یعنی قطع ٪۲/۴ تولید باعث افت فرکانس به میزان ۰/۱۳ Hz/Sec (افت فرکانس بین ۵۰ و ۴۹ هرتز با ضریب قدرت ۰/۸۵ , ثابت اینرسی H=4) در صورتیکه در کی شبکه ۷۰۰۰ مگاواتی خارج شدن همان واحد یعنی قطع ٪۱۷ تولید باعث افت فرکانس به میزان ۱,۱۱Gz/Sec (افت فرانس بین ۵۰ و ۴۹ هرتز با ضریب قدرت و ثابت اینرسی H=4) یعنی حدود ۵/۸ برابر شبکه قبلی می‌گردد. در شبکه با مشخصات فوق که نسبت تولید یک واحد نسبت به کل شبکه زیاد است عملکرد رله‌ها در هنگام خارج شدن یک واحد قابل پیشگیری نیست و فقط قطع بار در سریع‌ترین زمان ممکن توسط رله‌های فرکانسی ممکن است بتواند از قطع شبکه جلوگیری نماید.

۵ـ۲ـ۳ـ تغییر نحوه بهره‌برداری از شبکه (تغییر nfiguration Co) تغییر نحوه بهره‌برداری از شبکه مثلاً خارج کردن خطوط ـ ترانسفورماتورها و ... در میزان اتصال کوتاه شبکه تغییراتی بوجود می‌آورد که در برخی موارد ممکن است محاسبات ستینگ انجام شده روی رله‌ها که برای شبکه قبل انجام گردیده است در شبکه جدید صادق نباشد این مسئله در شبکه بیشتر در عملکرد رله‌های حفاظتی کمکی مثل جریان زیاد و یا اتصال زمین تاثیر می‌گذارد چون این رله‌ها در شبکه با جریان عمل می‌نماید ولی رله‌های حفاظتی اصلی ترانسفورماتور مثل Diff و یا Restricted و یا رله‌های حفاطتی اصلی خط مثل رله دیستانس و یا دیفرانسیل خط تا حد زیادی از حالت بهره‌برداری از شبکه مستثنی هستند.

۳ـ۳ـ ضعف سیستم حفاظتی

۱ـ۳ـ۳ـ عدم هماهنگی عملکرد رله‌های حفاظتی: در واقع هنگام بروز حادثه در یک نقطه از شبکه انتظار آن است که رله‌های حفاظتی مربوط عمل نموده، قسمت معیوب را از بقیه شبکه جدا تا بقیه شبکه بکار عادی خود ادامه دهد.

قطع سایر خطوط و تجهیزات بوسیله رله‌های حفاظتی می‌تواند ناشی از عدم هماهنگی عملکرد رله‌های حفاظتی باشد. همانطور که قبلاً نیز توضیح داده شد تغییر نحوه بهره‌برداری از شبکه نیز می‌تواند در عدم هماهنگی عملکرد رله‌های حفاظتی نقش موثری ایفاد نماید.

۲ـ۳ـ۳ـ اشکال رله حفاظتی: حفاظتی می‌تواند قبل از وقوع حادثه معیوب باشد و هیچکس از آن اطلاعاتی نداشته باشد و بعد از بروز اتصالی و عملکرد سایر رله‌ها با تجزیه و تحلیل گزارش حوادث اشکال آن مشخص گردد.

البته در رله‌های مدرن وجود اشکال در داخل رله بوسیله آلارم مشخص می‌گردد و می‌توان اشکال آنرا سریعاً رفع نمود ولی در اکثر رله‌های حفاظتی موجوداین اشکال وجود دارد.

یک رله حفاظتی می‌تواند در هنگام حادثه دچار اشکال گردد که این می‌تواند ناشی از اشکالات طراحی باشد. همچنین یک رله می‌تواند از دقت لازم برخوردار نبوده و یا به حالتهای گذرا حساس باشد.

۳ـ۳ـ۳ـ وجود رله‌های حفاظتی بدون کنترل جهت مثل رله‌های اتصال زمین بدون جهت (Non directiona) و جریان زیاد بدون جهت (C/۰ Non directional) این رله‌ها می‌توانند در مواردی عملکرد ناخواسته داشته و باعث ارسال فرمان قطع نابجا گردند.

۴ـ۳ـ۳ـ عدم هماهنگی در طراحی سیستمهای حفاظتی پستها: بررسی‌این مسئله اهمیت زیادی جهت توسعه شبکه در آینده دارد، در واقع ساخت یک پست جدید در یک نقطه از شبکه نمی‌تواند بدون در نظر گرفتن سیستمهای حفاظتی پستهای مجاور انجام گیرد بطور مثال ارتباط دو سیستم حفاظتی دیستانس با یکدیگر و یا طراحی سیستم حفاظتی E/F خط که در یک طرف ممکن

است رله دارای مشخصات Inverse Timeباشد و در لاجیک تریپ آن دریافت سیگنال از طرف دیگر خط وجود نداشته باشد ولی رله E /F طرف دیگر همین خط دارای مشخصه عملکرد با زمان ثابت (Definite Time) بوده و در لاجیک تریپ آن ارسال سیگنال از طرف دیگر لازم باشد (سیستمermissive Trip) که این دو سیستم را نمی‌توان با هم از نظر عملکرد هماهنگ نمود. این اشکالات اگر در مراحل اولیه ساخت پست مطرح و برطرف نگردند ممکن است بصورت دائم در شبکه باقی بماند و همیشه باعث ایجاد مسئله گردد.

۵ـ۳ـ۳ـ اشکالات طراحی رله‌های حفاظتی وجود اشکالات رله سیستمهای حفاظتی می‌تواند هم در بهره‌برداری عادی از شبکه اختلال ایجاد کند و هم در حوادث مثلاً فرض کنید منبع تغذیه یک رله دیستانس مرتباً دچار اشکال گردد و یا رله دیستانس یک خط در حالتی که خارج از مدار است توسط ولتاژهای القائی خط مجاور عمل نماید، این اشکالات در طراحی رله‌ها در هنگام انجام آزمایشات کارخانه‌ای استاندارد و یا آزمایشات قراردادی که کارخانه انجام می‌گیرد می‌تواند مشخص و در همان مراحل ساخت برطرف گردند.

۶ـ۳ـ۳ـ اشکال سیستم تله پروتکشن همانطور که قبلاً توضیح دادیم سیستم تله پروتکشن یکی از اجزاء سیستم حفاظتی است که یکی از موارد کاربرد آن ارسال فرمان قطع از یک طرف به طرف دیگر می‌باشد. ارسال فرمان قطع در ژنراتورهائی که فاقد کلید بوده و کلید ترانسفورماتور مربوط به آن در پست دیگری قرار دارد و یا خطوط دارای راکتور بدون کلید موارد استفاده دارد. بنابراین سیستم بایستی از قابلیت اطمینان عملکرد فوق‌العاده‌ای برخوردار باشد در موقع نیاز حتماً عمل نموده و در حالتهای عادی حتماً عمل ننماید. در واقع عملکرد ناخواسته این سیستم در شبکه می‌تواند صدمات جبران‌ناپذیر وارد آورده و یا به قطع شبکه منجر گردد.

۷ـ۳ـ۳ـ در نظر گرفتن سیستم حفاظتی بیش از حد و کمتر از حد استاندارد میزان حفاظت تجهیزاتی که در شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد تابعی از قدرت تجهیزات، محل کاربرد، میزان

اهمیت آن و مسائل اقتصادی می‌باشد. اگر یک سیستم قدرت با اهمیت کمتر، قدرت کمتر و در جای کم اهمیت بکار رود دارای حفاظتی بیش از حد نیاز باشد و بالعکس یک سیستم قدرت با اهمیت زیادتر و قدرت بیشتر دارای حفاظت کمتر از حد استاندارد باشد در مسائل هماهنگی عملکرد آن همچنین قابلیت اعتماد سیستم حفاظتی مسائل بوجود می‌آورد.

مثلاً ممکن است یک ترانسفورماتور ۸۰ مگاولت آمپر دارای حفاظت دیفرانسیل، دیستانس در هر دو طرف Retricted E/F در هر دو طرف، رله جریان زیاد در هر دو طرف و همچنین E/F در هر دو طرف باشد در صورتیکه یک ترانسفورماتور با قدرت ۱۸۰ مگاولت آمپر حتی فاقد رله دیفرانسیل باشد و بایستی آنرا به وسیله رله‌های جریان زیاد محافظت نمود.

۴ـ نتیجه

اجزاء و وظائف سیستمهای حفاظتی با تغییری بسیار جزئی در تمام شبکه‌های برق یکسان است ولی نوع شبکه و طراحی سیستم حفاظتی ممکن است بسیار متفاوت باشد. بین مسائلی که در سیستمهای حفاظتی شبکه‌های بسیار بهم پیوسته (interconnected system High) وجود دارد با شبکه‌های بطور ضعیف بهم پیوسته (interconnect system Loosely) تفاوت اساسی وجود دارد در شبکه‌هائی که ظرفیت یک واحد تولیدی نسبت به کل بار شبکه رقم قابل ملاحظه‌ای را تشکیل میدهد مسائل تسلسل عملکرد رله‌ها بوجود می‌آید که به بحث درباره آن پرداختیم.

برای برطرف نمودن ضعف شبکه از نظر سیستم حفاظتی لازم است بررسی و مطالعات لازم شبکه انجام گرفته تغییرات، اصلاحات لازم در آن بوجود می‌آید مثلاً در طرحهای توسعه اضافه نمودن خطوط، راکتور، ژنراتور در محلهای مناسب در نظر گرفته شود که بحث در مورد آن خارج از موضوع مقاله است.

جهت برطرف نمودن ضعف سیستم‌های حفاظتی لازم است:

۱ـ در طرحهای توسعه مثل نصب یک پست و یا خط، هماهنگی طراحی سیستم حفاظتی با خطوط و پستهای مجاور آن انجام گیرد.

۲ـ اشکالات سیستم حفاظتی موجود بررسی و تغییرات لازم در آنها بوجود آید.

۳ـ هماهنگی عملکرد رله‌های حفاظتی مورد مطالعه قرار گرفته و محاسبات ستینگ اپتیمم رله‌ها انجام گیرد.

۴ـ با پیشرفت رله‌های حفاظتی می‌توان حفاظت تجهیزات را بصورت مستقل در نظر گرفت که عملکرد رله‌ها مستقل از نحوه بهره‌برداری از شبکه باشد. بکارگیری سیستم حفاظتی واحد (Unit protection) می‌تواند تا حد زیادی کمک به هماهنگی عملکرد رله‌های حفاظتی نماید.

حفاظت از ترانسفورماتورهای قدرت بوسیلهٔ هوش مصنوعی

ترانسفورماتورها در سیستمهای قدرت وسایل مهمی به شمار می‌روند و بخاطر قیمت گران باید به خوبی محافظت شوند. ترانسفورماتورهای قدرت از ابتدا با رله‌های Static relay&Electromagnetic محافظت شده اند. بعد از چندی رله‌های دیجیتالی ارائه شده‌اند و تاکنون استفاده از این رله‌ها ادامه دارد. در این کار تحقیقاتی یک رله دیفرانسیل ـ دیزان طرح ریزی شده است. (Differential relay) این رله با استفاده از هوش مصنوعی طراحی شده است.

یکی از خاصیت‌های بسیار مهم هوش مصنوعی شناسائی تصویر می‌باشد. در این کار از این خاصیت استفاده شده و یک رله باهوش طرح ریزی شده است که با دیدن تصویر در جائی که باید عمل کند در صورت هر خطری در ترانسفورماتور عمل می‌کند و در جائی که نباید عمل کند آن واقعهٔ رخ داده در ترانسفورماتور را نشان می‌دهد و عمل نمی‌کند. در این تحقیقات از دو مدل مختلف هوش مصنوعی استفاده شده و هر دو با هم مقایسه گردیده است. البته هر دو مدل توانائی شناسائی خوبی را از خود نشان دادند یکی از آنها مدل FFBP و دیگر مدل RBF است. FFBP چندین صفت از خود نشان داد که با استفاده از RBF این صفتها برطرف شد FFBP در training time خیلی کند بود و local minima از خود نشان داد.

این صفتها با استفاده از RBF که در ساختمان هم ساده‌تر بود برطرف شدند. این رلهٔ دیفرانسیلی باهوش، سریع در عمل و مورد اطمینان و با صرفه می‌باشد. با استفاده از هوش مصنوعی، سیستمهای قدرت آینده بسیار روشنی را در پیش خواهند داشت.

حفاظت الکتریکی و انواع رله‌ها

حفاظت سیستم‌های الکتریکی ابعاد بسیار گسترده‌ای دارد از حفاظت یک خانه مسکونی گرفته تا حفاظت یک باس بار در یک پست فشار قوی.

بهتر است ابتدا به تقسیم‌بندی این موضوع بپردازیم.

الف: تقسیم‌بندی حفاظت سیستم‌های الکتریکی در ابعاد مختلف

-حفاظت شبکه‌های فشار ضعیف شامل خطوط توزیع انرژی، ترانسفورمرها، موتورها، خازنها و سایر مصرف کننده‌ها (تا ۱ کیلو ولت)

- حفاظت شبکه‌های فشار متوسط شامل خطوط توزیع و انتقال انرژی، ژنراتورها، موتورهای فشار متوسط، ترانسفورمرها، خازنها، باس بارهای پست و.. (۱ کیلو ولت تا ۳۶ کیلوولت)

- حفاظت شبکه‌های فشار قوی شامل خطوط انتقال انرژی و خطوط و باس بارهای پست‌ها (۳۶ کیلو ولت به بالا)

ب: انواع حفاظت در سیستم‌های الکتریکی

- حفاظت خطوط و فیدرها در برابر خطاهای جریانی مانند اتصال کوتاه، جریان زیاد، اضافه بار و خطاهای نشتی جریان (جهت دار و ساده)

- حفاظت در برابر خطاهای ولتاژی شامل اضافه ولتاژ، کاهش و ولتاژ، توالی فاز و. ...

- حفاظت موتورها در برابر اتصال کوتاه، اضافه جریان، اضافه بار، کاهش بار، محدودیت دفعات استارت، دیفرانسیل و.....

- حفاظت ژنراتورها در برابر خطاهای اتصال کوتاه، اضافه جریان، اضافه بار، دیفرانسیل، اضافه جریان وابسته به ولتاژ، افزایش و کاهش فرکانس و...

- حفاظت ترانسفورمرها در برابر خطاهای جریانی مانند اتصال کوتاه، جریان زیاد، اضافه بار، دیفرانسیل و خطاهای فیزیکی ترانسفورمرها شامل اضافه حرارت سیم پیچ و روغن و سطح روغن و بوخهلتس و...

- حفاظت خازنها در برابر خطاهای اتصال کوتاه، اضافه بار، اضافه ولتاژ و.....

- حفاظت باسبارهای پست‌ها در برابر انواع خطاهای ولتاژی، دیفرانسیل، سنکرون چک و... و سایر حفاظت‌ها که جنبه خاص دارند.

به طور کلی هر حالت غیر عادی که در عملکرد سیستم به وجود می‌آید، خطا نامیده می‌شود. از این حالت‌های غیر عادی می‌توان به وقوع اتصال کوتاه، افزایش و یا کاهش بیش از حد ولتاژ، افزایش و یا کاهش بیش از حد فرکانس، افزایش حرارت تجهیزات در اثر توان عبوری بیش از حد از آن‌ها یا اضافه بار، از سنکرون خارج شدن ژنراتورها و... اشاره کرد. اتصال کوتاه‌ها از مهمترین و پراحتمال‌ترین خطاهایی هستند که در یک شبکه به وجود می‌آید. این خطاها ممکن است بر اثر برخورد یک یا دو فاز با زمین، اتصال دو یا سه فاز به یکدیگر و... به وجود آیند که در این حالت جریان زیادی در حدود ۱۰ تا ۱۰۰ برابر جریان عادی، از شبکه عبور می‌کند. عبور این جریان می‌تواند اثرات مختلف و زیانباری روی شبکه داشته باشد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به اثرات حرارتی روی تجهیزات اشاره کرد که باعث سوختن و آسیب دیدن عایق آن‌ها می‌شود. این امر ممکن است در زمانی در حدود چند ثانیه صورت گیرد. از این رو رفع خطا در یک سیستم باید در کوتاهترین زمان ممکن صورت گیرد. برای تشخیص حالت‌های غیرعادی در یک شبکه و ایزوله کردن بخش معیوب از سایر بخش‌ها از سیستم حفاظت استفاده می‌شود. در اغلب موارد خطاهای به وجود آمده در سیستم قدرت، باعث تغییرات ناخواسته و شدید در اندازه ولتاژ یا جریان می‌شوند. از این رو تقریبا در تمامی خطاها با اندازه‌گیری میزان جریان و ولتاژ، می‌توان وقوع خطا را تشخیص داد. در سیستم‌های حفاظت و در مرحله اول با استفاده از ترانس‌های ولتاژ و جریان، اندازه ولتاژ و جریان کاهش پیدا کرده تا به میزان قابل استفاده برای تجهیزات سیستم حفاظت برسد.

از انواع رله‌ها میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

- رله اضافه بار
- رله اضافه جریان
- رله‌های ولتاژی
- رله خطای زمین
- رله دیفرانسیل
- رله زمین محدود شده
- رله‌های فرکانسی
- رله بر گشت توان
- رله حفاظت در برابر بار نامتقارن
- رله حفاظتی در برابر زمان استارت طولانی
- رله حفاظتی در برابر تعداد استارت مکرر
- رله بوخهلتز

رله اضافه بار

معمولا هر مصرف کننده الکتریکی دارای توان مشخص و نامی است که توسط سازنده تعیین می‌گردد. در صورتی که توان مصرفی یک مصرف کننده بیشتر از توان نامی آن باشد، اصطلاحا دچار اضافه بار یا Overload می‌شود. در این حالت دستگاه جریانی بیشتر از جریان نامی خود از شبکه میکشد که این امر Overload باعث گرم شدن بیش از حد آن می‌شود. به عنوان نمونه در موتورهای آسنکرون که بیش از ۹۰ درصد موتورهای موجود در صنایع را تشکیل می‌دهند، بر طبق منحنی جریان – سرعت آن‌ها، چنانچه بر اثر اضافه بار مکانیکی دور موتور کاهش یابد، جریان استاتور افزایش یافته و حتی تا چند برابر جریان اسمی موتور نیز می‌رسد .از این رو شرایط اضافه بار برای موتورها بسیار خطرناک بوده و میتواند موجب گرم شدن بیش از حد سیم پیچ استاتور و روتور و در نتیجه سوختن آ نها شود. تجهیزات مختلف مانند ژنراتورها، ترانسفورماتورها و به ویژه الکتروموتورها را معمولا توسط رله‌های Overloadکه در استاندارد ANSI با کد شماره ۴۹ مشخص می‌شود، حفاظت می‌کنند. حرارت ایجاد شده در تجهیزات به میزان جریان بستگی دارد و از طرفی هر چه جریان اضافه بار بیشتر باشد الکتروموتور زودتر آسیب میبیند. از این رو منحنی عملکرد جریان-زمان رله‌های Overload از نوع معکوس بوده تا در جریان‌های بیشتر زودتر عمل نموده و عملا از ایجاد گرمای زیاد در دستگاه جلوگیری شود. این منحنی عملکرد باید دارای مشخصات زیر باشد :

۱ .جریان نامی دستگاه در قسمت سمت چپ خط مجانب عمودی این منحنی قرار گیرد زیرا در غیر این صورت رله در شرایط کار عادی دستگاه نیز عمل خواهد کرد.

۲ .در مورد الکتروموتورها، منحنی عملکرد مربوطه باید اجازه راه اندازی الکترو موتور را بدهد. یعنی زمان عملکرد رله براساس جریان راه اندازی الکتروموتور از زمان استارت موتور بیشتر باشد. به عنوان مثال چنانچه الکتروموتوری در هنگام راه اندازی ۶ برابر جریان نامی را برای مدت ۴ ثانیه از شبکه می‌گیرد، در منحنی عملکرد رله حفاظتی، زمان معادل ۶ برابر جریان نامی از ۴ ثانیه بیشتر باشد. معمولاً رله‌های Overload به گونه‌ای انتخاب می‌شوند که در جریانی حدود ۱۱۰ ٪ جریان تنظیمی

شروع به زمان گرفتن یا Pick Up کند. در موارد خاص که الکتروموتور دارای جریان استارت زیاد یا زمان را ه اندازی طولانی می‌باشد ممکن است از رله‌ها با منحنی‌های عملکرد خاص استفاده شود. در رله‌های Overloadاولیه از یک نوار بی‌متال استفاده شده که این نوار در اثر حرارت خم شده و باعث عملکرد کنتاکتهای مربوطه م یشود. عملکرد این کنتاکتها موجب ظهور آلارم و یا اعمال تریپ به موتور یا دستگاه مورد نظر م یگردد. امروزه رله‌های Overload را با منحنی عملکرد معکوس از طریق مدارهای الکترونیکی یا Plc شبیه سازی میکنند. این رله‌ها قابلیت ارائه چندین منحنی را داشته و کاربر با توجه به مشخصه دستگاه مورد حفاظت، قادر به انتخاب منحنی مناسب خواهد بود. این منحنی‌ها را منحنی‌های هم خانواده یاFamily Curves می‌نامند و توسط مختصات یک نقطه که معمولا ۶ برابر جریان نامی می‌باشد مشخص و توسط تنظیم زمان مورد نظر انتخاب میگردند.

رله اضافه جریان

حفاظت یک شبکه الکتریکی در برابر جریانهای زیاد یکی از اولیه‌ترین حفاظت‌ها در شبکه است. باید توجه داشت که حفاظت در برابر اضافه جریان با حفاظت در برابر اضافه بار متفاوت است. در اضافه جریان‌ها که ناشی از وقوع اتصال کوتاه بین یک یا دو فاز با زمین، اتصال بین دو فاز و... هستند، جریان به مراتب بیشتری نسبت به حالت‌های اضافه بار از شبکه می‌گذرد که این جریان باید در کوتاه‌ترین زمان ممکن تشخیص داده شده و قطع شود.

برای حفاظت در برابر اضافه جریا ن از رله Over current که دراستاندارد ANSI با کد شماره ۵۰ یا ۵۱ مشخص شدهٔ استفاده می‌شود. کد شماره ۵۰، برای زمان عملکرد لحظه‌ای و کد ۵۱ برای عملکرد با تأخیر زمانی است. در حالت عملکرد لحظه‌ای پس از این که جریان از، میزان تنظیم شده برای رله بیشتر شد، رله آن را تشخیص داده و بلافاصله تریپ می‌دهد. در عملکرد با تأخیر زمانی، پس از رسیدن جریان به میزان تنظیم شده، رله پس از مدت زمانی که به میزان جریان بستگی دارد، دستور تریپ را صادر می‌کند. در این حالت معمولا از منحنی‌های معکوس با شکل و شیب متفاوت استفاده می‌شود.

رله‌های ولتاژی

معمولا تجهیزات مورد استفاده در یک شبکه الکتریکی برای کار در یک ولتاژ مشخصی طراحی شده‌اند. از این رو نباید ولتاژ اعمالی به آن‌ها از حد مشخصی کمتر و یا بیشتر شود. محدوده این تغییرات به نوع دستگاه بستگی دارد. برای حفاظت شبکه‌های الکتریکی در برابر تغییرات ولتاژ، از دو نوع رله به نام رله Under Voltage و رله Over Voltage استفاده می‌شود.

رله Under Voltage برای حفاظت تجهیزاتی که در اثر افت ولتاژ آسیب می‌بینند مانند الکتروموتورها به کار برده می‌شود. این رله معمولا دارای یک تنظیم ولتاژی و یک تنظیم زمانی است و در صورت افت ولتاژ شبکه تا حد تنظیم شده و پس از طی زمان تنظیم شده عمل می‌کند. تنظیمات این رله به نوع وسیله مورد حفاظت بستگی دارد. به عنوان مثال در مورد موتورهای الکتریکی، تنظیم ولتاژی این رله در حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد ولتاژ نامی و تنظیم زمانی آن در حدود چند ثانیه است.

رله Over voltage برای حفاظت شبکه در برابر اضافه ولتاژ مورد استفاده قرار می‌گیرد و معمولا دارای دو تنظیم زمانی و ولتاژی است. در صورت افزایش بیش از حد ولتاژ شبکه و رسیدن به حد تنظیم شده، در زمان تنظیم شده عمل می‌کنند. تنظیم ولتاژی این رله در حدود ۱۲۰ درصد ولتاژ نامی و تنظیم زمانی آن در حدود چند ثانیه است. این رله معمولا در خروجی ژنراتورها و روی با س بار اصلی شبکه نصب می‌شود.

رله ارت فالت

یکی از عوامل اصلی در بروز خسارات مالی، صدمات و تلفات جانی به ویژه در منازل مسکونی، مراکز اداری، تجاری و مجتمع‌های صنعتی عدم رعایت مسائل ایمنی در استفاده از انرژی برق میباشد. به منظور حفاظت از جان افراد در مقابل خطر برق گرفتگی و جلوگیری از خطرات جریان نشتی از کلیدهای حفاظت از خطر برق گرفتگی (محافظ جان) استفاده می‌شود. این کلیدها که براساس حساسیت خود به دو نوع خانگی و صنعتی تقسیم می‌شوند، علاوه بر حفاظت افراد در مقابل تماس مستقیم و یا غیر مستقیم برق، با جلوگیری از نشتی جریان در حفاظت دستگاه‌ها و تجهیزات صنعتی

نیز موثر می‌باشند. براین اساس در صورتی که حساسیت کلیدها تا ۳۰ میلی آمپر باشد این کلید به عنوان حفاظت از جان و در صورتی که حساسیت آن بیشتر از ۳۰ میلی آمپر باشد به عنوان حفاظت از تجهیزات صنعتی بکار می‌رود. اساس کار کلیدهای حفاظت از خطر برق گرفتگی، مقایسه جریان ورودی با جریان خروجی کلید می‌باشد به طوری که اگر جریان نشتی در مداری که کلید در آن واقع شده است بیشتر از حساسیت کلید باشد کلید عمل کرده و جریان ورودی و در نتیجه مدار را قطع می‌نماید.

از مزایای دیگر استفاده از کلیدهای حفاظت از خطر برق گرفتگی جلوگیری از بروز آتش سوزی در اثر وجود جریان نشتی می‌باشد. با توجه به اینکه سیم جریان ۰/۵ آمپری می‌توان باعث بروز آتش سوزی شود، کلید حفاظت از خط برق گرفتگی با تشخیص جریان نشتی و قطع جریان ورودی، مانع از بروز آتش سوزی می‌شود. همچنین از آنجا که در صورت وجود جریان نشتی در بدنه وسائل برقی و یا سیستم سیم‌کشی ساختمان، این جریان به مرور زمان یاد می‌شود و احتمال سوختن وسایل برقی و سیستم سیم‌کشی ساختمان را به وجود می‌آورد لذا استفاده از کلیدهای حفاظت از خطر برق گرفتگی، با توجه به کاهش میزان هدر رفتن انرژی الکتریکی و برق مصرفی. صرفه جوئی اقتصادی و حفظ ثروتهای ملی را نیز در بر خواهد داشت.

رله اتصال زمین

ساختمان و طرز کار این رله‌ها مانند رله‌های اضافه جریان بوده و وظیفه اصلی این رله، تشخیص بروز هر گونه اتصالی بین هر کدام از فازها با زمین و یا دو سه فاز با زمین نیز می‌باشند از نظر عملی، رله‌های اضافه جریان سیستم سه فازه و رله اتصال زمین تواماً به صورت یک سیستم حفاظتی واحد بسته می‌شود. رله اتصال زمین اصولاً حساستر از رله‌های اضافه جریان بوده و هر گاه یکی از فازها به زمین اتصال یابد، رله اتصال زمین همراه با رله اضافه جریان همان فاز عمل می‌نماید. چنانچه مشاهده می‌گردد، برای سه فاز فقط احتیاج به یک رله اتصال زمین می‌باشد.

رله جهتیDirectional

بروز اتصالی در جهت جریانی که مدار جاری می‌شود مؤثر می‌باشد در بیشتر طراحی‌ها جهت جریان برای نصب دستگاه رله می‌بایست مشخص شود در این صورت از رله‌ها ی جهتی استفاده می‌شود از نظر ساختمان داخلی و طرز کار، این رله به صورتهای اندوکسیونی و الکترونیکی، کاربرد فراوانی دارد رله‌های جهتی دارای دو سیم پیچ بوده که یکی از آنها مانند رله‌های اضافه جریان با شدت جریان ورودی I تحریک شده و سیم پیچ دیگر با ولتاژ مناسبی تحریک می‌گردد. این رله‌ها از دو قسمت جهت یاب و اضافه جریان تشکیل شده‌اند و این بدین معنی است که هر گاه در شبکه تحت حفاظت، اتصالی رخ دهد، ابتدا این رله جهت عبور شدت جریان به محل اتصالی را به وسیله قسمت جهت یاب تشخیص داده و سپس اگر جریان در جهت عملکرد رله باشد و هم چنین از نظر مقدار به اندازه‌ای باشد که بتواند موجب تحریک قسمت اضافه جریان رله گردد، رله مزبور تحریک شده و فرمان قطع را صادر می‌نماید.

رله دیفرانسیل

رله دیفرانسیل یا حفاظت اصلی ترانسفورماتور، مقایسه جریان‌های طرفین آن به عهده داشته وعملکردآن ناشی از عوامل زیر می‌باشد:

I) اتصالی در داخل ترانسفوماتور (نظیر اتصال فاز به بدنه، فاز به فاز، اتصال حلقه و یا اتصال بین سیم پیچ‌های اولیه و ثانویه).

II) اتصالی خارج از ترانسفورماتور بر اثر عوامل خارجی در محدوده حفاظت رله یعنی بینC.Tهای طرفین.

III) حالت‌های کاذب ناشی از اشکال در یا C.Tمدارات مربوطه.

رله دیفرانسیل دارای ویژگی قطع سریع ،دقت بالا و قدرت تشخیص و تفکیک عیوب واقع شده در محدوده بینC.Tهای دو طرف ترانسفوماتور قدرت می‌باشد.

لازم بذکر است رله‌های دیفرانسیل در جریانهای هجومی ترانسفورماتور، عمل نمی نماید ولی برای تشخیص فالت‌های واقع شده در محدودهC.Tهای دو طرف ترانسفورماتور قدرت همواره بهترین حفاظت، رله دیفرانسیل می‌باشد.

رله بوخهلتس

این رله یکی از مهمترین رله‌های حفاظتی ترانسفورماتورهای قدرت می‌باشد، وظیفه تشخیص بروز هر گونه اتصالی در محفظهٔ داخلی ترانسفورماتور و قطع سریع برق ورودی به آن می‌باشد. می‌دانیم که اصولاً ترانسفورماتورهای قدرت به وسیله مایع مخصوصی مانند روغن عایقکاری و خنک می‌شوند. به خاطر سرد و گرم شدن روغن مزبور ظرف انبساطی برای آن در نظر گرفته شده و این ظرف از طریق لولهٔ رابطی به محفظه داخلی ترانسفورماتور متصل می‌باشد.

رله بوخهلس بر روی لولهٔ رابط بین ترانسفورماتور و ظرف انبساط قرار می‌گیرد و روغن از این لوله عبور می‌نماید. بنابراین تمامی محفظه داخلی رله پر از روغن می‌باشد. هر گاه هر گونه اتصالی در محفظه داخلی ترانسفورماتور پدید آید، در نقطه اتصالی مقداری جرقه و قوس الکتریکی زده می‌شود. در نتیجه این عمل کمی از روغن اطراف محل اتصالی سوخته و تولید حبابهای گازی شکلی را می‌نماید. این حبابهای گازی به طرف قسمت فوقانی ترانسفورماتور حرکت نموده و از طریق لوله رابطهٔ به رلهٔ بوخهلس وارد شده و در قسمت فوقانی رله جمع می‌گردند. این رله دارای شناوری می‌باشد که با تجمع حبابهای گاز، سطح روغن در رله پایین آمده و همراه با آن شناور نیز به پایین می‌آید . پایین آمدن شناور باعث بسته شدن کلید الکتریکی رله و تحریک مدار هشدار و یا قطع می‌گردد. در بعضی از مدلهای این رله از دو شناور استفاده شده که شناور بالایی برای تحریک مدار هشدار و شناور پایینی برای فرمان مدار قطع دستگاه مورد حفاظت می‌باشد و اگر مقدار جرقه و قوس الکتریکی در محفظه داخلی ترانسفورماتور شدید باشد، یک موج انفجاری در روغن داخلی ترانسفورماتور به وجود آمده و روغن ترانسفورماتور با سرعت زیادی به رلهٔ بوخلهس وارد می‌شود همانطوری که قبلاً گفته شد، سرعت زیاد روغن باعث عملکرد دریچه ورودی رله می‌گردد. این دریچه با شناور پائینی رله هم

محور بوده و مستقیماً باعث تحریک مدار قطع می‌شود. هر گاه در اثر علت‌های مختلفی از بدنهٔ ترانسفورماتور مقداری روغن ریزش نماید، به مرور زمان سطح روغن در ظرف انبساط کاهش یافته و به رله بوخهلس می‌رسد. در رله بوخهلس اگر سطح روغن همچنان کاهش یابد باعث عملکرد و تحریک مدار هشدار و قطع می‌گردد. در بعضی موارد مقداری هوای نشتی به رله راه یافته و مانند حبابهای گاز باعث تحریک رله می‌شود.

رله سنکرون چک

زمانی که دو خط از شبکه بخواهند به یکدیگر متصل گردند این رله رابطه فازی و ولتاژ دو خط را مقایسه نموده و در صورت تطابق (تمایز نباید بیش از ۱۰٪ باشد) اجازه اتصال آنها را می‌دهد .

این رله زمانی بکار می‌رود که دو یا چند فیدر به یک باس مشترک متصل می‌گردند. اتصال موفقیت‌آمیز دو منبع به یکدیگر بستگی به اختلاف دامنه‌های ولتاژ طرفین، زاویه‌های فاز و فرکانسهای دو منبع در زمان اتصال دارد. رله کنترل سنکرونیزم در صورت نزدیک بودن مقادیر دو طرف، اجازه اتصال را خواهد داد.

رله سنکرون‌کننده، رله‌ای است که در رابطه با اتصال ژنراتور به شبکه و یا اتصال دو شبکه مجزا مورد استفاده قرار می‌گیرد. این رله سنکرون‌کننده برای کنترل یک یا چند کلید در یک نیروگاه و ارتباط با سیستم کنترل نیز بکار می‌رود. بر خلاف رله کنترل سنکرونیزم، رله سنکرون‌کننده می‌تواند فرمان وصل کلید را در نقطه دقیق سنکرونیزم صادر نماید.

سنکرون‌کردن دستی نیازمند آموزش، استفاده از قدرت تشخیص، تجربه و دقت کافی از طرف اپراتور است. کلیدها و ژنراتورها در صورت عدم دقت اپراتور دچار صدمه می‌شوند. بنابراین فرمان وصل کلید، تنها وقتی که رله سنکرونیزم اجازه دهد، صادر می‌گردد.

رله کنترل سنکرونیزم برای نظارت بر اتصال دستی کلید بکار می‌رود. بنابراین اپراتور مقادیر سنکرونیزم را کنترل کرده و بطور دستی فرمان وصل می‌دهد ولی کنتاکت باز رله سنکرونیزم که بصورت سری قرار گرفته است از اتصال جلوگیری می‌کند. کنتاکت باز رله سنکرونیزم وقتی بسته

می‌شود که اختلاف زاویه فاز در دو طرف کلید از مقدار مشخص کمتر بوده و همچنین اختلاف ولتاژ بین دو طرف مقدار کمی را دارا باشد.

رله سنکرونیزم به دو طریق مورد استفاده قرار می‌گیرد. می‌توان این رله را بعنوان ناظر در اتصال دستی ژنراتور به شبکه مورد استفاده قرار داد. طریق دیگر استفاده از رله سنکرونیزم در اتصال اتوماتیک ژنراتور به شبکه است که در این حالت علاوه بر اینکه شرایط سنکرونیزم مورد ارزیابی قرار می‌گیرد، فرمانهایی از طرف رله سنکرونیزم به سیستمهای تنظیم فرکانس و ولتاژ ژنراتور ارسال می‌گردد و اتصال کاملاً اتوماتیک صورت می‌گیرد.

عدم تقارن ولتاژ فازها

رله ولتاژی، عدم تقارن ولتاژ در فازها را در حالت اتصال کوتاه و اشکال در فیوز ثانویه ترانس ولتاژ حس می‌کند که این کار با اندازه‌گیری توالی صفر و منفی ولتاژها انجام می‌گیرد .

رله عدم تقارن ولتاژ برای ایزوله‌کردن رله‌ها یا وسایلی که با قطع ولتاژ در یک یا هر سه فاز ثانویه ترانس ولتاژ یا وجود اشکال در فیوز ثانویه ترانس ولتاژ نادرست عمل می‌کنند، بکار می‌رود. بعنوان مثال رله دیستانس یا رله سنکرونیزم، در این صورت فرمان نادرست صادر می‌کنند. بنابراین زمان قطع رله بالانس ولتاژ باید بحدی کوچک باشد تا قبل از اینکه رله‌های نامبرده باعث قطع کلید شوند، آنها را از مدار خارج کند. رله‌های ولتاژ زیاد نیز دارای دو نوع تأخیری و آنی هستند. در رله‌های ولتاژ زیاد آنی تنها تنظیم ولتاژ آستانه مطرح است و پس از افزایش ولتاژ از حد مربوطه، رله بلافاصله عمل خواهد کرد.

شرح فانکشنهای رله‌های حفاظتی به فارسی

ردیف نام فارسی و لاتین رله‌های حفاظتی کد استاندارد ANSIتوضیح مختصر نحوه عملکرد

1) رله راه‌انداز تأخیری و یا رله وصل کننده TIME DELAY STARTING OR CLOSING RELAY 2 یکی از رله‌های کمکی بوده که با تأخیر عمل کرده و باعث ارسال فرمان وصل دیگر رله‌ها می‌شود.

2) رله اینترلاک

3 CHECKING OR INTERLOCKING RELAY این رله شرایط لازم جهت تغییر وضعیت کلید را کنترل نموده در صورت برقراری شرایط، دیژنکتور یا سکسیونر قادر به تغییر وضعیت خواهد بود.

3) کنتاکتور اصلی

4 MASTER CONTACTOR|این کنتاکتور در مدار اصلی قرار داشته و دارای بالاترین تـوان قطـع و وصل در مدار می‌باشد.

4) رله دیستانس(فاصله‌یاب)

21 DISTANCE RELAY|این رله با اندازه‌گیری مقـدار امپـدانس دیـده شـده در شـبکه در صـورت کاهش آن از میزان تنظیمی (در زمان بروز خطای فازها) عمل می‌کند.

5) رله دیستانس (فاصله‌یاب)

21 DISTANCE RELAY N این رله با اندازه‌گیری مقدار امپدانس دیده شده در شـبکه در صـورت کاهش آن از میزان تنظیمی (در زمان بروز خطای فاز و زمین) عمل می‌کند.

6) رله افزایش شار مغناطیسی

24 OVER FLUX RELAY بر اثر افـزایش بـیش از حـد شـار مغناطیـسی ترانـسفورماتور ناشـی از افزایش ولتاژ و تغییر سریع فرکانس عمل می‌نماید.

7) رله چک کننده حالت سنکرون

25 SYNCHRONIZING CHECK RELAY این رله در صورت برقـراری شـرایط سـنکرون در دو طرف یک کلید قدرت امکان وصل آن را فراهم می‌سازد.

8) رله افزایش درجه حرارت روغن

26 OIL TEMPERATURE RELAY هرگاه درجه حرارت روغن ترانسفورماتور از حد تنظیم شـده فراتر رود عمل می‌کند.

9) رله کاهش ولتاژ

UNDER VOLTAGE RELAY 27 در صورت کاهش ولتاژ بیش از حد تنظیمی عمل می‌نماید.

10) رله خبری

ANNUNCLATOR RELAY 30 این رله در صورت دریافت سیگنال با روشن شدن لامپ آن بصورت چشمک زدن عملکرد و یا تغییر یک وضعیت را اعلام می‌نماید.

11) رله جهت دار قدرتی

DIRECTIONAL POWER RELAY 32 این رله جهت عبور توان را کنترل نموده و در صورت مغایرت آن با جهت موردنظر عمل می‌نماید.

12) رله کاهش توان یا جریان

UNDER CURRENT OR UNDER POWER RELAY 37 در صورت کاهش مقدار جریان یا توان از حد تنظیم شده عمل می‌نماید.

13) رله مؤلفه منفی جریان

REVERSE PHASE OR PHASE BALANCE CURRENT RELAY 46 در صورت جابجا شدن فازها و یا ایجاد نامتعادلی جریان بین فازها و بوجود آمدن مؤلفه منفی عمل می‌کند.

14) رله حرارتی ترانسفورماتور

TRANSFORMER THERMAL RELAY 49 در صورت افزایش درجه حرارت ترانس به بیش از حد تنظیمی عمل می‌نماید.

15) رله افزایش درجه حرارت سیم پیچ

WINDING TEMPERATURE RELAY 49 هرگاه درجه حرارت سیم پیچ ترانسفورماتور از حد تنظیم شده فراتر رود عمل می‌کند.

16) رله جریان زیاد لحظه‌ای

INSTANTANEOUS OVER CURRENT RELAY 50 این رلـه در صـورت بـروز اتـصالی‌هـای شدید در تجهیزات شبکه به صورت آنی عمل می‌نماید.

17) رله اتصال زمین لحظه‌ای

INSTANTANEOUS EARTH FAULT RELAY N50 در صورت بروز اتصالی‌های فاز با زمینش دید در تجهیزات شبکه به صورت آنی عمل می‌نماید.

18) رله جریان زیاد تأخیری

TIME DELAY OVERCURRENT RELAY 51 در صورت بروز اتصالی فازها در شبکه با تـأخیر زمانی لازم و هماهنگ شده با سایر رله‌های حفاظتی عمل می‌نماید.

19) رله اتصال زمین تأخیری

TME DELAY EARTH FAULT RELAY N51 در صورت بروز اتصالی فاز با زمین در شـبکه بـا تأخیر زمانی لازم و همانگ شده با سایر رله‌های حفاظتی عمل می‌نماید.

20) رله اتصال زمین حساس

SENSITIVE EARTH FAULT RELAY N51 این رله نسبت به جریان‌هـای اتـصال زمـین کـم، حساس می‌باشد.

21) رله اتصال زمین پشتیبان

STANDBY EARTH FAULT RELAY N51 مشابه ردیف ۱۹ ولی بـا تـأخیر زمـانی بیـشتر بـه صورت پشتیبان عمل می‌کند.

22) کلید قطع کننده مدار متناوب

A.C. CIRCULT BREAKER 52 کلید قرار گرفته در مدارات AC برای قطع زیر بار

23)رله ضریب قدرت

POWER FACTOR RELAY 55 این رله با تغییر ضریب قدرت از حد تنظیم شده عمل می‌نماید.

24) رله اضافه ولتاژ

OVER VOLTAGE RELAY 59در صورت افزایش ولتاژ به بیش از حد تنظیمی عمل می‌نماید.

25) رله نامتعادلی ولتاژها و یا جریان‌ها

VOLTAGE OR CURRENT UNBALANCE RALAY 60 این رله در صورت نامتعادل شدن ولتاژها یا جریان‌ها عمل می‌نماید.

26) رله عملکرد فیوز

FUSE FAILURE RELAY 60 هرگاه در مد ار ثانویه ترانسفورماتورهای ولتاژ اشکالی بوجود آمده و باعث قطع کلید ـ فیوز گردد، این رله عمل می‌نماید.

27)رله بوخهولتز

BUCHHOLTZ RELAY 63 این رله در زمانی که در داخل ترانسفورماتور گاز ایجاد شده یا چرخش سریع روغن بوجود آید عمل می‌کند.

28) رله دریچه انفجار

PRESSURE RELIEF RELAY D62 این رله در زمانی که فشار داخل تانک اصلی ترانسفورماتور از حد تعیین شده تجاوز نماید عملکرد دارد.

29) رله اتصال زمین محدوده

RESTRICTED EARTH FAULT 64N87 این رله در زمانی که در محدوده کار رله اتصال زمین به وجود آید، عمل می‌کند.

30) رله حفاظتی اتصال زمین (ولتاژ باقیمانده)

(RESIDUAL VOLTAGE) EARTH FAULT RELAY 64 این رله در صورت ایجاد ولتاژی بیش از حد تنظیمی در نوترال ترانسفورماتور یا ژنراتور عمل می‌کند.

31) رله اضافه جریان جهت‌دار

DIRECTIONAL OVER CURRENT RELAY 67 در صورت بروز اتصالی فازها در جهت دید رله مطابق تنظیمات رله عمل خواهد کرد.

32) رله اتصال زمین جهت‌دار

DIRECTIONAL EARTH FAULT RELAY C67 در صورت بروز اتصالی فاز با زمین در جهت دید رله عمل خواهد کرد.

33) رله بلوک (مسدود) کننده

BLOCKING RELAY 68 این رله در صورت تحریک، یک یا چند عملکرد را بلوکه (مسدود) خواهد نمود.

34) رله سطح روغن

OIL LEVEL RELAY 71 هرگاه سطح روغن ترانسفورماتور به هر دلیل از حد تنظیمی افزایش یا کاهش یابد، عمل می‌کند.

35) رله آلارم

ALARM RELAY 74 تحریک این رله منجر به برقراری آلارم خواهد شد.

36) رله کنترل مدار قطع دیژنکتور

TRIP CIRCUIT SUPERVISION RELAY 74 هرگاه در مدار کنترل قطع و وصل دیژنکتور اشکالی بوجود آید، عمل می‌کند.

37) رله جریان زیاد(DC)

D.C. OVER CURRENT RELAY 76 در صورت افزایش جریان DC به بیش از حد تنظیمی، این رله عمل خواهد کرد.

38) رله عمل کننده با سیگنال رله پروتکشن

TELEPROTECTION OPERATING RELAY 77رله مشخص کننده عمل سیستم تله پروتکشن

39) رله اندازه‌گیری زاویه فاز

78 PHASE ANGLE MEASURING RELAY این رله زاویه فاز بین دو پارامتر را انـدازه‌گیـری و در صورت خارج بودن از محدوده تنظیمی عمل خواهد کرد.

40) رله وصل مجدد

79 RECLOSING RELAY این رله در صورت قطع خودکار فیدر ناشی از خطاهای مجاز بـه وصـل مجدد، عمل می‌کند.

41) رله فرکانسی

81 FREQUENCY RELAYدر صورت تغییر فرکانس شبکه از حد مجاز عمل می‌نماید.

42) رله انتخاب کننده (کنترل اتوماتیک)یا انتقال دهنده عمل کنترل

83 AUTOMATIC SELECTIVE RELAY TRANSFER OR CONTROL با تحریک این رله و بسته به شرایط پیش‌بینی شده یکی از دو وضعیت (عملکرد اتوماتیک رلـه) و یـا (انتقـال فرمـان بـه واحدی دیگر) انتخاب می‌شود.

43) رله دریافت سیگنال تریپ از طریق سیم پیلوت یا کاربر

85 CARRIER OR PILOT WIRE RECEIVE RELAY این رله در صورت دریافت سیگنال قطع از پست مقابل از طریق کابل پیلوت یا کاربر نسبت به قطع کلید اقدام می‌نماید.

44) رله لاک اوت (قفل کننده)

86 LOCKING OUT RELAY در صورت عملکرد سیستم حفاظتی که مبین اشـکال در تجهیـزات شبکه و یا آسیب دیدگی آنها باشد فرمان وصل فیدر را مسدود می‌نماید.

45) رله دیفرانسیل (تفاضلی)

87 DIFFERENTIAL PROTECTIVE RELAY این رله در صورت عدم توازن جریان‌های ورودی و خروجی عمل می‌نماید.

46) رله دیفرانسیل ترانسفورماتور

TRANSFORMER DIFFERENTIAL RELAY T87در صورت عدم توازن بین جریان‌های ورودی و خروجی ترانسفورماتور که ناشی از بروز خطا در داخل آن است عمل می‌نماید.

47) رله دیفرانسیل خط یا کابل

LINE DIFFERENTIAL RELAY L87 در صورت اختلاف بین جریان ابتداء و انتهای خط یا کابل عمل می‌کند.

48) رله کنترل اتوماتیک ولتاژ

AUTOMATIC VOLTAGE REGULATOR RELAY 90 وظیفه این رله، ثابت نگهداشتن ولتاژ ثانویه ترانسفورماتور از طریق کنترل تپ‌ها می‌باشد.

49) رله فرمان قطع

TRIP RELAY 94 این رله در مسیر فرمان رله اصلی قرار گرفته و از طریق آن کویل قطع دیژنکتور تحریک می‌گردد.

50) رله فاصله یاب

FAULT LOCATOR RELAY 96 این رله می‌تواند فاصله محل اتصالی بوجود آمده روی خطوط از محل پست را تعیین نماید .

فصل دوم: سیستم‌های کسب اطلاعات

(DATA Acquisition)

از کارت‌های DAQ جهت جمع‌آوری داده‌ها و تولید سیگنال‌های آنالوگ و دیجیتال برای برقراری ارتباط بین کامپیوتر و دنیای بیرون استفاده می‌شود. DAQ بطور خلاصه به اندازه‌گیری یک سیگنال حقیقی نظیر ولتاژ و ارسال آن به کامپیوتر جهت پردازش، تجزیه و تحلیل، ذخیره و اعمال تغییرات اطلاق می‌گردد. یعنی به کمک این کارت و نرم‌افزار LabVIEW می‌توان دمای یک محیط را تحت کنترل و نظارت درآورد، سیگنال‌هایی را به یک سیستم دیگر ارسال نمود و یا تعداد فرکانس یک سیگنال ناشناخته را تعیین کرد.

تأمین اطلاعات در یک شکل مناسب

از آنجائی که بیشتر واحدهای پروسه قابل دسترسی و قدرتمند ؛ بر مبنای دیجیتال است پس اطلاعات حس شده توسط دستگاه‌ها باید از فرم سیگنال الکتریکی به اعداد و دیجیتال تبدیل شود. که این به تبدیل کننده‌های A /D و تکنولوژی‌های وابسته نیاز دارد. همچنین سیگنال خروجی کنترل باید از اعداد دیجیتال به سیگنال، آنالوگ، الکتریکی، مکانیکی و سیگنال‌های دیگر برای محیط کنترل تبدیل شوند که این به نوبه خود به مبدل D/A نیاز دارد. این مبدل‌ها در کارت‌های Daughter Board مربوط به کارتهای DAQ تعبیه شده‌اند تا سیگنال‌های مناسب را جهت پردازش داده تولید کند.

Transparent Data Transmission

DAQ سیگنال الکتریکی تولید شده توسط سنسورها را به اعداد باینری برای کامپیوتر تبدیل می‌کند. عمل تبدیل دقیق و واضح خواهد بود. اگر تمام اطلاعات در سیگنال اصلی در سیگنال تبدیل ظاهر شود, پس باید حالت رزوله کردن بیشتر از سنسورها داشته باشند. به ناچار بعضی اطلاعات در سیگنال اصلی در سنسور و بیشتر در تبدیل فرم مناسب جهت سیستم DAQ گم می‌شوند. یک سیستم DAQ

داده‌ها را از سنسورها و وسایل گوناگون جمع‌آوری می‌کند که باعث می‌شود اطلاعات حس شده بـرای مانیتور کردن و کنترل سیستم در یک فرم مناسب قابل دسترسی باشد.

یک DAQ ایده آل باید امکانات و تسهیلات ویژه‌ای را تأمین کند. نظیر:

- خواندن سنسورها و انجام بعضی پروسه‌های سیگنال

- انتقال(بوسیله باس،Network، یاسیگنال استاندارد) اطلاعات به نقطه کنترل مرکزی

- تأمین کنترل توزیع شده و امکان مانیتور شدن

- تبدیل سیگنال تولید شده توسط سنسور به یک فرم مناسب برای مانیتور کردن و کنترل سیستم

- تأمین سیستم کالیبره برای کالیبره کردن سنسورها و ابزار

- تأمین تسهیلات Time Handling Real–

بعضی موارد نیز باید در سیستم DAQ نباشد یا مینیمم شود. نظیر:

- خراب کردن اطلاعات سیگنال با افزودن نویز به آن.

- به خطر انداختن دقت سیگنال با خطی نکردن سیگنال

- کاهش رزوله کردن سیستم یعنی داشتن رزوله کمتر از سنسورها

- آهسته کردن جواب سیستم

سیستم DAQ عملی معمولاً در یک یا چند مورد پایینتر از این ایده آل‌ها هـستند. تمرکـز بـر تنظـیم ویژه نتیجهٔ مطلوب، انتخاب و طراحی سیستم‌های مبنی DAQ یـک روش معمـول مهندسـی کنتـرل سیستم‌هاست.

ساختار نرم افزاری DAQ

ارتباط سخت افزاری کارت DAQ نیاز به نرم افزاری دارد تا اطلاعات لازم را به کاربر تحویل دهد.

- نرم‌افزار راه انداز (Driver)
- نرم‌افزار کاربردی (Aplication)

نرم‌افزار راه انداز

برای هر وسیله‌ی جمع‌آوری اطلاعات، یک نرم‌افزار راه انداز مربوط به آن، وجود دارد که باید استفاده شود. نرم‌افزار راه انداز به کاربر اجازه می‌دهد تا ظرفیت‌های سخت‌افزار را کنترل کند.

از بین گفته‌های مختلف، می‌توان گفت که یک نرم‌افزار راه انداز اساسی به ما اجازه می‌دهد که:

- داده‌ها را به بورد وارد کنیم یا از آن خارج نماییم.
- کنترل سرعتی که در آن داده‌ها جمع‌آوری می‌شود.
- جمع‌آوری سخت افزارDAQ با منابع کامپیوتری مانند: حافظه، DMA و پروسسور وقفه.
- جمع‌آوری سخت‌افزار DAQ با منابع سخت‌افزار پردازشگر سیگنال
- دسترسی پیدا کردن به چندین زیر سیستم روی یک بورد DAQ.
- دسترسی پیدا کردن به چندین بورد DAQ.

نرم‌افزار کاربردی

نرم‌افزار کاربردی یک " convenient "front-end برای نرم‌افزار راه انداز مهیا می‌کند.

اساس نرم افزار کاربردی به ما اجازه می‌دهد که:

- اطلاعات مرتبط مانند تعداد نمونه‌های جمع‌آوری شده را گزارش می‌دهد.
- داده‌های ذخیره شده در حافظه‌ی کامپیوتر را مدیریت می‌کند.
- سیگنال را پردازش می‌کند.
- داده‌های جمع‌آوری شده را رسم می‌کند.

پس با چندین نرم‌افزار کاربردی، تحلیل بر روی داده‌ها قابل نمایش دادن می‌باشد.

زمان نمونه‌برداری

مهمترین عامل در بیشتر اندازه گیری‌ها زمان نمونه برداریست. نرخ نمونه‌برداری در عملیات DAQ، انتخاب و پیکربندی کارتهای DAQ اهمیت بسزائی دارد. زیرا هم در مورد نرم‌افزار نیاز است که نرخ نمونه‌برداری تعیین شده و هم اینکه باید مدت زمانی را که به پردازنده اختصاص می‌دهیم را تعیین

کنیم. همچنین برای پرهیز از رخداد انعکاس فرکانس نرخ نمونه‌برداری باید بیشتر از دو برابر بزرگترین مولفه فرکانسی در سیگنال دوره بحث انتخاب شود.

سیگنال‌ها

کمیت‌های فیزیکی حس شده به وسیلهٔ سنسورها و ترانسدیوسرها باید به سیگنال‌های الکتریکی ولتاژ یا جریان تبدیل شوند تا توسط کارت DAQ قابل قرائت باشند (لازم به ذکر است که در بیشتر موارد باید از مدول‌های تطبیق دهنده سیگنال قبل از کارتهای DAQ استفاده شود) سیگنال‌ها به دو دسته دیجیتال و آنالوگ تقسیم‌بندی می‌شود. سیگنال‌های آنالوگ اطلاعاتی هستند که با زمان تغییر می‌کنند ولی سیگنال‌های دیجیتال دو سطح بالا و پایین دارند یعنی رشته‌ای از دیتاها را شامل می‌شوند. این سیگنال‌ها شامل دو گروه سیگنال دیجیتال On-Off و سیگنال دیجیتال قطار پالس می‌شوند.

on-off TTL line
Digieal pulse-Train Counter/timer
Signals
Analog DC ADC/DAC
Time Domain ADC/DAC
Frequeney Domain ADC Analysis (fast)

سیگنال قطار پالس و DC آنالوگ

اطلاعات موجود در سیگنال‌های قطار پالس از تعداد و نرخ تغییر حالات بدست می‌آید. در سیگنال‌های DC آنالوگ تغییرات نسبت به زمان خیلی آهسته است. در این سیگنال دامنه سیگنال اندازه‌گیری شده مهمتر از نرخ نمونه‌برداری است. کارتهای DAQ که برای جمع‌آوری این نوع سیگنال استفاده می‌شده شبیه مبدل ADC است. دما ,سطح ولتاژ باطری، میزان فلو و فشار نمونه‌هایی از سیگنال‌های آنالوگ‌اند. سیستم مورد استفاده در مورد این سیگنال‌ها باید:

۱-دقت بالا داشته باشد. ۲-پهنای باند کم داشته باشد که بتواند سیگنال را با نرخ پائین نمونه‌برداری کند.

سیگنال آنالوگ در حوزهٔ زمان

در این سیگنال اطلاعات با سطح، دامنه و نحوه تغییر سطح سیگنال بازمان تعیین می‌شوند. نرخ نمونه‌برداری در این سیگنال حائز اهمیت است زیرا باید در زمانی دقیقی از نقاط اندازه‌گیری شده را بدست آوریم تا هم فرم شکل موج حفظ شده و هم زمان شروع نمونه‌برداری باید مشخص باشد تا بخشهای مفید و حاوی اطلاعات سیگنال جمع‌آوری شوند.

کارتهای DAQ باید:

۱-پهنای باند وسیع داشته باشد تا سیگنال را با نرخ بالا نمونه‌برداری کند.

۲-دقت پالس نمونه‌برداری زیاد داشته باشد.

۳-تریگر کننده باشد تا بتواند نمونه‌برداری را در فواصل زمانی دقیق انجام دهد.

سیگنال آنالوگ در حوزهٔ فرکانس

سیگنال آنالوگ در حوزهٔ فرکانس اطلاعاتی در مورد چگونگی تغییر سیگنال نسبت به نسبت به زمان بدست می‌دهد ولی اطلاعات بدست آمده از سیگنال‌های آنالوگ در حوزهٔ فرکانس بر اساس مولفه‌های فرکانسی است که بر خلاف شکل ,فرم و خواص متغیر با زمان شکل موج است سیستم DAQ در این مورد شامل مولد ADC، پالس نمونه‌برداری و تریگر کننده است و باید قدرت آنالیز لازم جهت استخراج اطلاعات فرکانسی سیگنال را داشته باشد. بنابراین باید:

۱- پهنای باند وسیع داشته باشد (برای نرخ نمونه‌برداری بالا)

۲-دقت پالس نمونه‌برداری زیاد باشد.

۳- تریگر کننده باشد.

۴- حاوی توابع و دستورهای آنالیزگر برای اطلاعات فرکانسی باشد.

لازم به ذکر است که ممکن است یک سیگنال حاوی اطلاعات مختلفی باشد بنابراین حتماً نباید در یکی از گروه‌های فوق قرار گیرد. بنابراین با استفاده از ساده‌ترین روش‌های اندازه‌گیری می‌توان اندازه‌گیری را انجام داد.

سیگنال‌های متصل شده به زمین

در سیگنال‌های اتصال یافته به زمین مقدار ولتاژ نسبت به زمین سیستم اعم از زمین ساختمان یا زمین مرجع سنجیده می‌شود. به دلیل استفاده از زمین سیستم در آنها این سیگنال‌ها با کارت‌های DAQ دارای زمین مشترک هستند. مدارهای سیگنال یا منابع تغذیه‌ای که از طریق پریزهای دیواری به زمین ساختمان متصل می‌شوند از این نوعند.

سیگنال شناور

در سیگنال شناور مقدار ولتاژ نسبت به هیچ نقطهٔ مشترکی نظیر زمین ساختمان یا زمین مرجع سنجیده نمی‌شود. ترموکوپل‌ها، باطری‌ها و ترانسفورماتورها و تقویت کننده‌ها از این نوعند. هیچ کدام از ترمینال‌ها در این مورد به زمین متصل نشده‌اند پس هر ترمینال مستقل از زمین سیستم می‌باشد.

اندازه‌گیری اختلاف پتانسیل

برای اندازه‌گیری یک سیگنال همواره می‌توان کارتDAQ را طوری استفاده کرد که به یکی از سه صورت زیر باشد:

۱ ـ سیستم اندازه‌گیری تفاضلی

۲ـ سیستم اندازه‌گیریRSE

۳ـسیستم اندازه‌گیری NRSE

نحوهٔ انتخاب کارت DAQ

بدلیل کثرت کارتها و خدمات جانبی توسط شرکت NI، استفاده از محصولات شرکت NI پیشنهاد می‌شود، محصولات سازندگان دیگر به همراه نرم‌افزار LabVIEW و راه انداز کارت در LabVIEW استفاده می‌شوند.

نرم افزارهای راه انداز به وسیلهٔ سازندگان به همراه کارت‌ها ارائه می‌شوند. برای انتخاب کارت بهینه برای سیستم باید نکات زیر را در نظر داشته باشیم.

- از چه سیستمی استفاده می‌کنیم؟ (MAC,Windows , SUN ویا HP-UX)

- چه نوع بایس یا کانکتوری در دسترسی است؟ (EISA یاAT برای سیستم‌های X86 , PCI یا NUBUS در سیستم‌های PCMCIA , Mac در مورد Laptopها و ...)

- تعداد ورودی‌های آنالوگ مورد نیاز چه اندازه است؟ (در صورت نیاز به ورودی‌های تفاضلی این تعداد باید دو برابر شود)

- تعداد خروجی‌های آنالوگ مورد نیاز چه اندازه است؟

- آیا ورودی‌های آنالوگ به صورت سیگنال جریان یا ولتاژ هستند؟ حدود این سیگنال‌ها چقدر است؟

- چه تعداد ورودی و خروجی دیجیتال مورد نیاز است؟

- آیا نیاز به سیگنال زمان سنج یا شمارش‌گر وجود دارد؟ اگر پاسخ مثبت است تعداد آنها چه اندازه است؟

- آیا تطبیق دادن سیگنال‌های آنالوگ ورودی / خروجی الزامیست؟ (به عنوان مثال سیگنالهای دما، فشار و ...)

- آیا سیگنالهای آنالوگ ورودی و خروجی از v10 یا ma20 تجاوز می‌کند؟

- کمترین نرخ اسکن برای تمام کانال‌ها چقدر است؟

- درجهٔ وضوح مورد نیاز چه اندازه است؟

- آیا هزینهٔ تهیهٔ کارت و لوازم جانبی، ایزوله سازی و ... در انتخاب سیستم تأثیرگذار هستند؟ (تا چه حدی)

- آیا نیازهای خود، به عنوان مثال گسترش قابلیت استفاده از سیستم‌های DAQ جدیدتر در آینده در نظر گرفته شده است؟