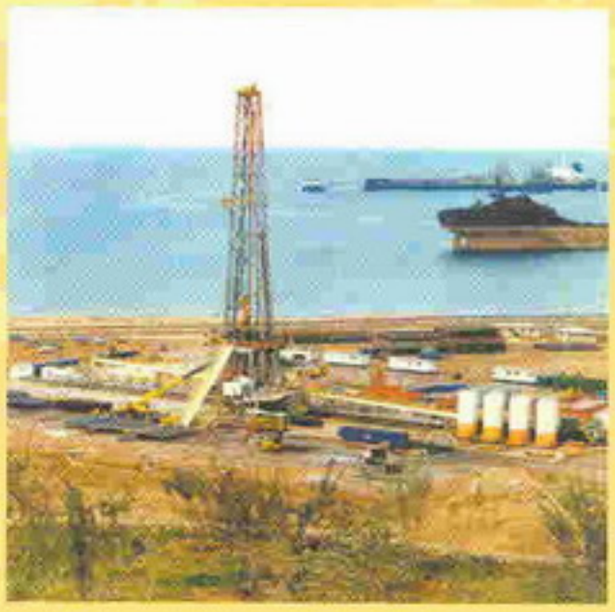
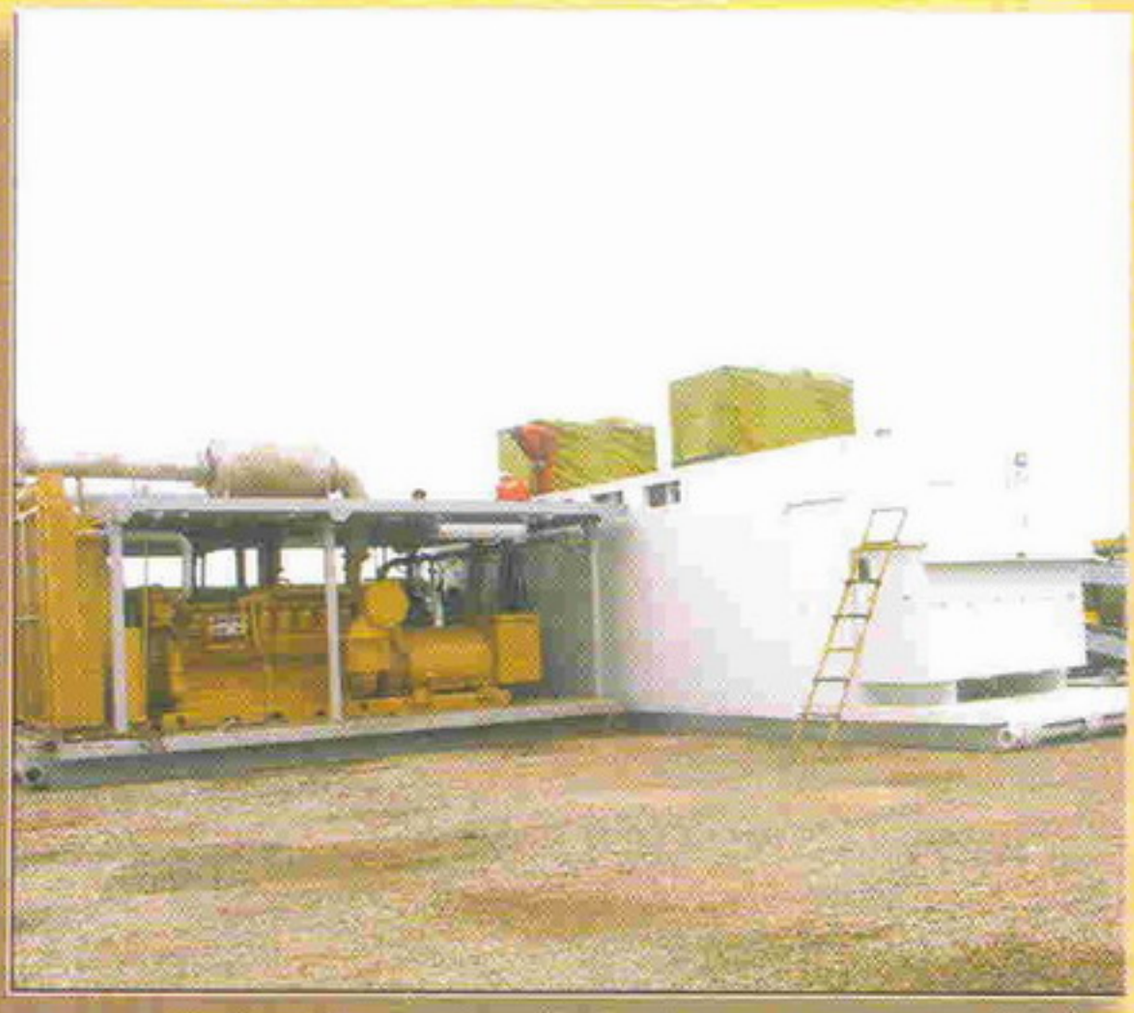
اویل ایندااستری
Oilindustry.ir
CLICK HERE

شرکت ملی نفت ایران

شرکت پشتیبانی ساخت و تهیه کالای نفت تهران





آشنایی با سیستم کنترل برق سکوهای حفاری

مدیریت پشتیبانی ساخت تجهیزات مکانیک، برق و ابزار دقیق

بسم الله الرحمن الرحیم

شرکت ملی نفت ایران

شرکت پشتیبانی

ساخت و تهیه

کالای نفت تهران

آشنایی با سیستم کنترل برق سکوهای حفاری

۱ـ مقدمه	۵
۲ـ معرفی اجزاء تشکیل دهنده سیستم	۵
۲ـ۱ـ اطاق کنترل	۵
۲ـ۲ـ واحد کنترل دیزل ژنراتور	۶
۲ـ۳ـ واحد کنترل موتورهای DC	۱۰
۲ـ۴ـ واحد ترانسفورماتورهای خشک	۱۲
۲ـ۵ـ واحد کنترل موتورهای AC	۱۳

۱ـ مقدمه

این طرح به منظور دستیابی به دانش فنی و خودکفائی صنعت نفت در زمینه ساخت سیستم برق سکوهای حفاری نفت و گاز در دریا و خشکی اجرا شده است. صنعت نفت ایران بیش از ۳۰ سال است که سیستم برق سکوها را از طریق شرکت‌های خارجی بویژه از طریق شرکت آمریکایی - Ross Hill Control و شرکت انگلیسی Hill-Graham تامین می‌نموده است. از آنجا که درایورهای تجهیزات حفاری به صورت‌های مکانیکی و الکترونیکی بوده است و در حدود نیمی از سکوهای حفاری کشور به صورت مکانیکی می‌باشند و با توجه به ضرورت تبدیل سیستم‌های مکانیکی به الکترونیکی و همچنین به خاطر فرسوده شدن تعدادی از سکوهای حفاری، صنعت نفت نیاز مبرم به ساخت سیستم‌های کنترل برق سکوهای حفاری و یا به اختصار SCR & MCC دارد. جهاد دانشگاهی علم و صنعت طراحی این سیستم را در مدت ۱۲ ماه به انجام رسانید و در طی ۱۸ ماه به همراه همکار خارجی آن را به اجرا درآورد.
در طی طراحی و اجرای این پروژه سهم ساخت داخل و خارج به ترتیب۵۳% و ۴۷% بوده است . همچنین اجرای این پروژه ۴۰% صرفه جویی ارزی بهمراه داشته است.
در گزارش ذیل به معرفی اجزای سیستم SCR & MCC و شرح آنها می‌پردازیم.

۲ـ معرفی اجزای تشکیل دهنده سیستم

این سیستم از چند واحد مجزا تشکیل شده است که به معرفی و شرح آنها می‌پردازیم :

۱ـ۲ـ اطاق کنترل(Power House)
۲ـ۲ـ واحد کنترل دیزل ژنراتور (Generator Control Unit)
۳ـ۲ـ واحد کنترل موتورهای DC (SCR Unit)
۴ـ۲ـ واحد ترانسفورماتورهای خشک (Dry Type Transformers)
۵ـ۲ـ واحد کنترل موتورهای AC (MCC Unit)

۱ـ۲ـ اطاق کنترل (Power House)

از آنجا که دکل‌های حفاری موبایل می‌باشند و حداکثر هر ۶ ماه، یکبار جابجا می گردند، لذا سیستم برق سکوها نیز می‌بایست به صورت یکپارچه قابل حمل باشد. لذا کلیه واحدهای معرفی شده در بند ۲ در داخل یک اطاق فلزی نصب می گردند. قبل از اینکه به نحوه طراحی و ساخت این اطاق بپردازیم مناسب است که به ویژگی‌های این اطاق اشاره گردد:

۱ وزن تجهیزات نصب شده در داخل اطاق حداقل ۱۴ تن می‌باشد که در فضایی به ابعاد 10mx3mx3m نصب می‌شوند. لذا با توجه به وزن تجهیزات و نحوه توزیع آنها و جابجائی اطاق توسط وینچ، اطاق می‌بایست از استحکام بسیار بالایی برخوردار باشد تا در زمان حمل و نقل، تجهیزات و اطاق دچار آسیب نشوند.

۲ با توجه به اینکه اطاق در مناطق جنوبی کشور نصب می‌گردد و درجه حرارت محیط در روزهای تابستانی تحت تابش مستقیم آفتاب به $60^{o}C$ می‌رسد و در بدترین شرایط، دمای خارجی بدنه اطاق به حداکثر $80^{o}C$ می‌رسد و از طرفی برای اینکه تجهیزات الکترونیکی و حساس داخل اطاق در شرایط مطلوب حرارتی ($25^{o}C$) می‌بایست عمل کنند، لذا اطاق کنترل باید از ایزولاسیون حرارتی مناسبی برخوردار باشد تا بتوانیم با کمترین انرژی ممکن توسط سیستم‌های خنک کننده دمای اطاق را در $25^{o}C$ کنترل نماییم.

۳ اطاق کنترل در محیط سر باز نصب می گردد و تحت بارش باران و بادهای آلوده به گرد و غبار می‌باشد، لذا درجه حفاظت پوششی اطاق IP53 تعریف شده است.

۴ در بعضی مواقع ممکن است اطاق از فاصله قابل ملاحظه‌ای (حداکثر 90 Cm) رها گردد، لذا شاسی اطاق می‌بایست از استحکام قابل توجهی برخوردار باشد.

۵ تلفات تابلوهای SCR در داخل اطاق کنترل حداکثر 40 KW می‌باشد که با توجه به ایزولاسیون بالای حرارتی اطاق این میزان تلفات سریعا درجه حرارت اطاق را بالا می‌برد. لذا این اطاق مجهز به دو دستگاه Air - Condition با ظرفیت سرمایشی 10 Ton می‌باشد.

۶ از آنجا که کل زمان دمونتاژ کردن سکوی حفاری حداکثر یک هفته می‌باشد، لذا اتصالات مصرف‌کننده‌ها به اطاق می‌بایست طوری صورت پذیرد که در حداقل زمان، اتصالات اطاق از مصرف‌کننده‌ها جدا گردد. به همین منظور از یک قسمت به نام Plug - Panel جهت ایجاد ارتباطات بین اطاق کنترل و مصرف‌کننده‌ها استفاده شده است که کلیه اتصالات دارای درجه حفاظت پوششی IP67 می‌باشد.

۷ با توجه به اینکه اطاق کنترل در معرض تابش شدید اشعه UV می‌باشد، لذا پوشش رنگ اطاق دارای شرایط ویژه‌ای است. در اطاق کنترل از سه لایه رنگ استفاده شده است که دو لایه زیرین از نوع ((رزین اپوکسی)) انتخاب شده است که در برابر نفوذ رطوبت بسیار مقاوم است، اما در برابر تابش اشعه UV مقاوم نمی‌باشد. لذا جنس رنگ لایه بیرونی اطاق از ((پلی یوروتان)) می‌باشد که در برابر تابش اشعه UV بسیار مقاوم است.

۸ هر سکوی حفاری در زمان جابجائی حداقل به ۱۰۰ واحد مجزا تقسیم می‌شود که جهت سهولت در حمل و نقل می‌بایست با یک روش یکسان حمل شوند که این امر سبب حمل و نقل سریع سکو می‌گردد. لذا این اطاق طوری ساخته شده است که مشابه مابقی تجهیزات سکو از طریق دو عدد لوله که در انتهای اطاق نصب شده‌اند، توسط سیستم وینچ جابجا و بر روی کمرشکن یا کفی مستقر گردد.
با توجه به نکات اشاره شده، سازه طراحی شده برای ۴ وضعیت اطاق در هنگام جابجائی مورد شبیه‌سازی در نرم‌افزار SAP 2000 قرار گرفت .

همانطور که ملاحظه می‌گردد میزان تنش‌های قابل تحمل سازه نسبت به تنش‌های وارد شده در عمل در بدترین شرایط حداقل ۳ برابر می‌باشد. طی این شبیه‌سازی پوشش ورق به ضخامت 3mm در دیواره‌های جانبی و کف اطاق در نظر گرفته شده است که نقش اساسی در تحمل تنش‌ها دارند.
همچنین با توجه به میزان تلفات داخل اطاق و میزان تبادل حرارتی اطاق با محیط خارج، جنس عایق و ضخامت توسط تیم مکانیک مشخص گردید که به بعضی از نکات آن اشاره می‌کنیم:
با توجه به اینکه اطاق کنترل در مجاورت ۴ دیزل ژنراتور پرقدرت قرار دارد، لذا می‌بایست اطاق از عایق صوتی مناسبی برخوردار باشد تا امکان اقامت تکنسین برق در داخل اطاق فراهم گردد که طی تحقیقات انجام شده پشم سرباره ضریب میرائی بالاتری نسبت به سایر عایق‌ها (مانند پشم سنگ، پشم شیشه، یونولیت و پلی یوروتان) دارد.
لذا قسمتی از دیواره‌های اطاق و کف اطاق توسط پشم سرباره به ضخامت 4Cm پوشیده شده است. همچنین با توجه به اینکه فوم تزریقی پلی یوروتان از ضریب هدایت حرارتی پایین‌تری نسبت به سایر عایق‌های حرارتی (مانند چوب پنبه، آجر، یونولیت و ...) دارد لذا قسمتی از دیواره اطاق و سقف اطاق توسط پلی یوروتان پوشیده شده است.
بنابراین با ترکیب دو عایق حرارتی و صوتی مناسب، توانستیم ایزولاسیون صوتی و حرارتی مورد نظر را بدست آوریم.

۲ـ۲ـ واحد کنترل دیزل ژنراتورها (Generator Control Unit)

توان الکتریکی مصرفی در سکوی حفاری توسط دیزل ژنراتور تامین می‌گردد. متناسب با نوع سکو (از نظر میزان عمق حفاری) ممکن است توان مصرفی سکو از ۳ تا ۵ مگا ولت‌آمپر متغیر باشد. با توجه به اینکه غالبا توان دیزل ژنراتورها حدود 1 MVA می‌باشد تعداد دیزل ژنراتورها ممکن است سه، چهار و یا حداکثر پنج دستگاه باشند.
مطابق با شکل (۱)، در این طرح سیستم قادر به کنترل ۴ دیزل ژنراتور می‌باشد. جهت کنترل هر دیزل ژنراتور از یک تابلو کنترل در این سیستم استفاده شده است که هر یک دارای مشخصات ذیل می‌باشند:

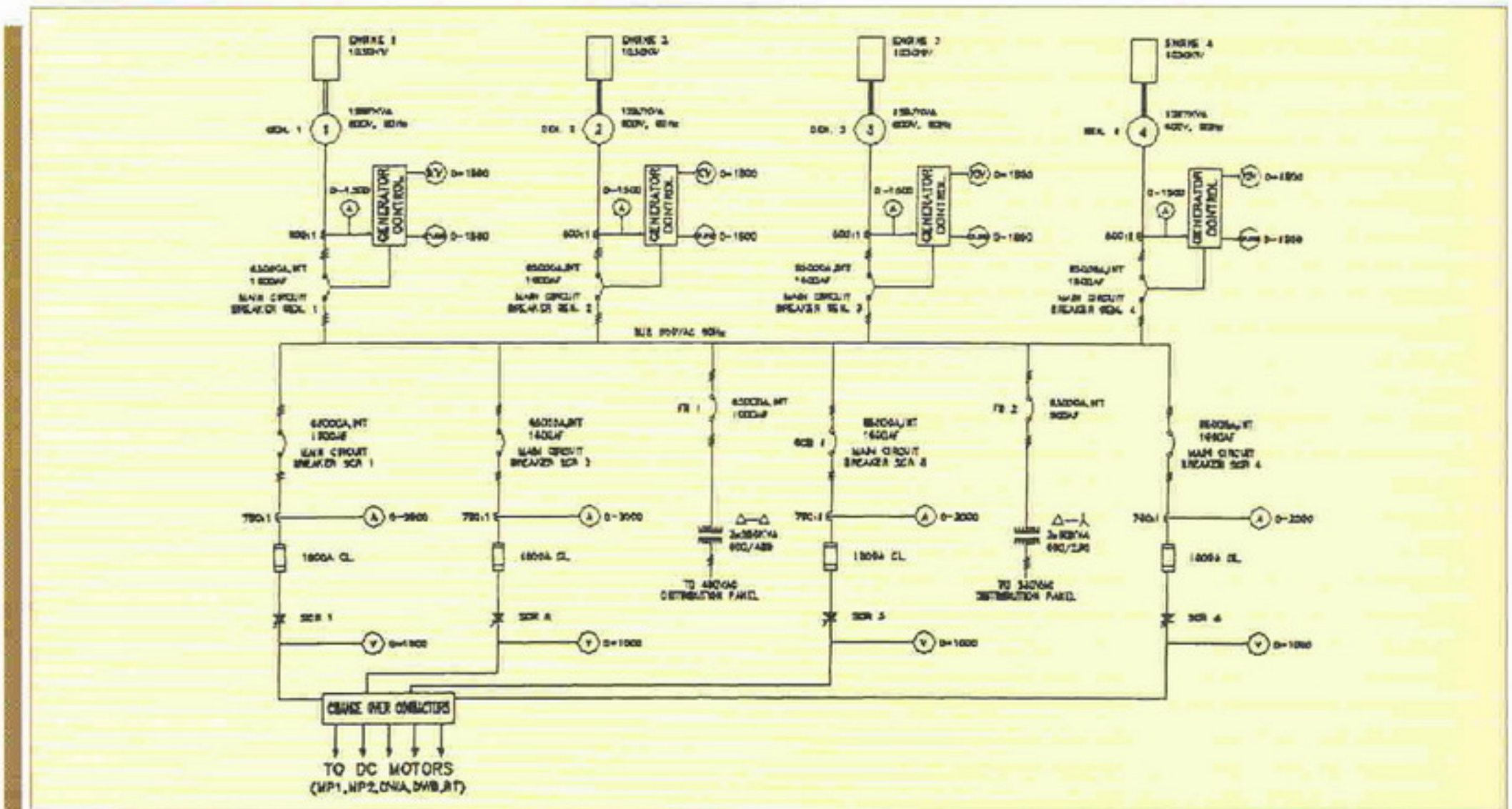
۱ـ۲ـ۲ـ کنترل ولتاژ خروجی ژنراتور به صورت اتوماتیک توسط AVR.

۲ـ۲ـ۲ـ کنترل دور موتور توسط گاورنر الکترونیکی.

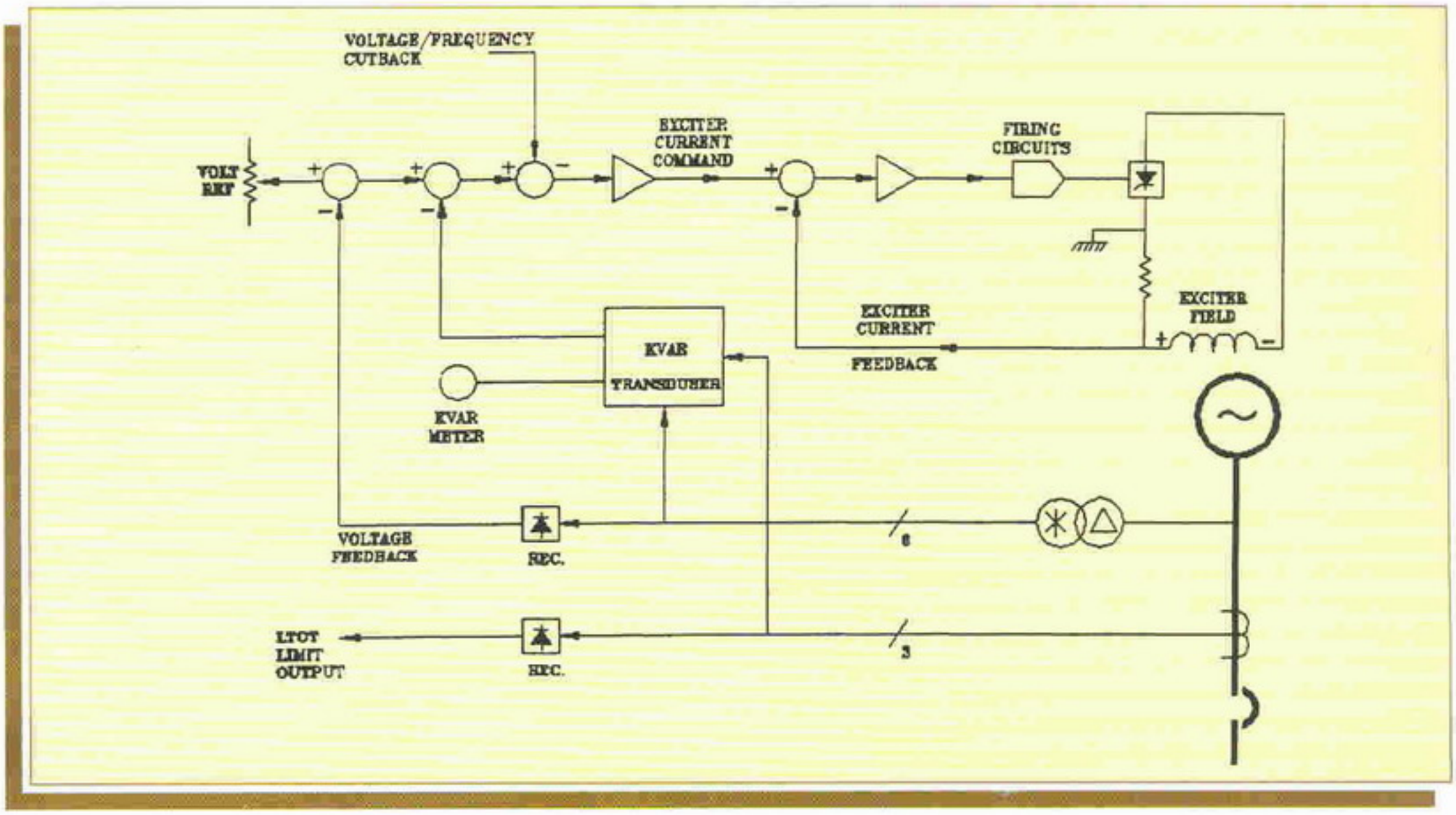
۳ـ۲ـ۲ـ کنترل توان اکتیو و راکتیو.

۱ـ۲ـ۲ـ کنترل ولتاژ خروجی ژنراتور:

همانطور که در شکل (۲) مشخص است، کنترل دامنه ولتاژ خروجی یکسوساز و همچنین کنترل توان راکتیو ژنراتور (در حالت عملکرد موازی ژنراتورها) از طریق کنترل جریان تزریقی به میدان تحریک ژنراتور انجام می‌پذیرد که با نمونه‌گیری از ولتاژ خروجی ژنراتور و مقایسه با مقدار مرجع، سیگنال خطا ولتاژ به دست می‌آید.
از طرفی با نمونه‌گیری از جریان خروجی ژنراتور و ولتاژ آن، مبدل KVAR سیگنالی مناسب با توان راکتیو مصرفی و یا



شکل ۱ ـ دیاگرام تک خطی سیستم کنترل برق سکوی حفاری



شکل ۲ ـ بلوك دیاگرام کنترل ولتاژ خروجی ژنراتور

تولیدی توسط ژنراتور بدست می‌دهد. از مقایسه این سیگنال با ولتاژ خط، سیگنال ورودی به کنترل کننده مهیا می گردد. البته تغییرات ولتاژ خروجی ژنراتور می‌بایست طوری انجام پذیرد که نسبت V/F در ژنراتور از حد مجازی بیشتر نگردد، زیرا در این صورت سریعا ژنراتور صدمه می‌بیند. لذا سیگنال V/F Cutback اجازه تغییرات بیش از حد ولتاژ خروجی ژنراتور را نمی‌دهد و در محدوده معینی کنترل می کند. به‌طوری که V/F در محدوده مجاز قرار داشته باشد. با اعمال سیگنال خطای ایجاد شده به ورودی کنترل کننده که غالبا PI می‌باشد، در خروجی آن سیگنال فرمان جریان تحریک ژنراتور بدست می‌آید که از مقایسه آن با جریان عبوری از تحریک ژنراتور، سیگنال مناسب جهت اعمال به کنترل کننده زاویه آتش تریستورها مهیا می گردد. سیگنال خروجی کنترل کننده، تعیین کننده میزان فاز زاویه آتش تریستورها می‌باشد. مدار کنترل جریان تحریک ژنراتور یک پل تک‌فاز نیمه‌تریستوری می‌باشد که قادر است با تغییر جریان تحریک ژنراتور، ولتاژ خروجی ژنراتور را تنظیم نماید.

۲ـ۲ـ۲ـ کنترل‌کننده دور موتور توسط گاورنر الکترونیکی:

بلوک دیاگرام کنترل دور موتور (و در نهایت فرکانس ولتاژ خروجی ژنراتور) و همچنین کنترل توان اکتیو (در حالت عملکرد موازی دیزل ژنراتورها) در شکل (۳) نشان داده شده است. در این واحد هدف، تحریک Actuator جهت کنترل دوردیزل و همچنین کنترل توان اکتیو می‌باشد.
سیگنال فیدبک دور خروجی دیزل از دو طریق قابل تهیه است:

۱ توسط مبدل فرکانس (Frequency Converter)

۲ توسط سنسور مغناطیسی (Pulse Pickup Sensor)

در مبدل فرکانس با نمونه‌برداری از ولتاژ خروجی ژنراتور و با اندازه‌گیری زمان نقاط عبور از صفر، فرکانس قابل آشکارسازی می‌باشد و در روش دوم یک سنسور مغناطیسی با یک صفحه نشانگر که بر روی فلایویل متصل می‌باشد دارای کوپل مغناطیسی است که پالس‌های مربعی متناسب با چرخش صفحه نشانگر،در خروجی سنسور ایجاد می گردد که در نهایت این سیگنالها توسط یک سوئیچ قابل انتخاب می‌باشند. در این طرح از هر دو روش جهت نمونه برداری از فرکانس استفاده شده است. در ابتدا که دور پایین است سیگنال فرکانس از طریق سنسور مغناطیسی خوانده می‌شود و در دور نامی (در حالت پایدار) سیگنال فرکانس از مبدل فرکانس خوانده می‌شود. نظر به اینکه این سیگنال برای دیزل ژنراتور از اهمیت حیاتی برخوردار است، با استفاده توام از این دو مبدل امکان قطع و یا حذف این سیگنال کاهش می‌یابد.
با مقایسه سیگنال مرجع و دور واقعی موتور، سیگنال خط
دور بدست آمده‌و به کنترل کننده PI اعمال می گردد. سپس
سیگنال فرمان با سیگنال توان اکتیو تولید شده توسط دیزل
مقایسه می گردد. سیگنال خطای حاصل پس از اعمال به یک
کنترل کننده دیگر، سیگنال فرمان به Actuator اعمال شده و
نازل کنترل کننده سوخت دیزل آنقدر تغییر مکان می‌دهد
تا دورخروجی موتور با مقدار درخواستی برابر گردد.

۳ـ۲ـ۲ـ نحوه موازی‌سازی دیزل ژنراتورها :

جهت تامین حدودا 4MVA قدرت مورد نیاز در سکوهای حفاری
هرگز از یک دیزل ژنراتور استفاده نمی گردد. زیرا :

۱ ضریب اطمینان در تامین برق سیستم کاهش می‌یابد.

۲ با توجه به بزرگ بودن، امکان جابجایی آن بسیار سخت‌تر
از ۴ دیزل ژنراتور 1MVA است.

۳ تعمیر و نگهداری از آن در زمان فعالیت سکو امکان‌پذیر
نمی‌باشد.

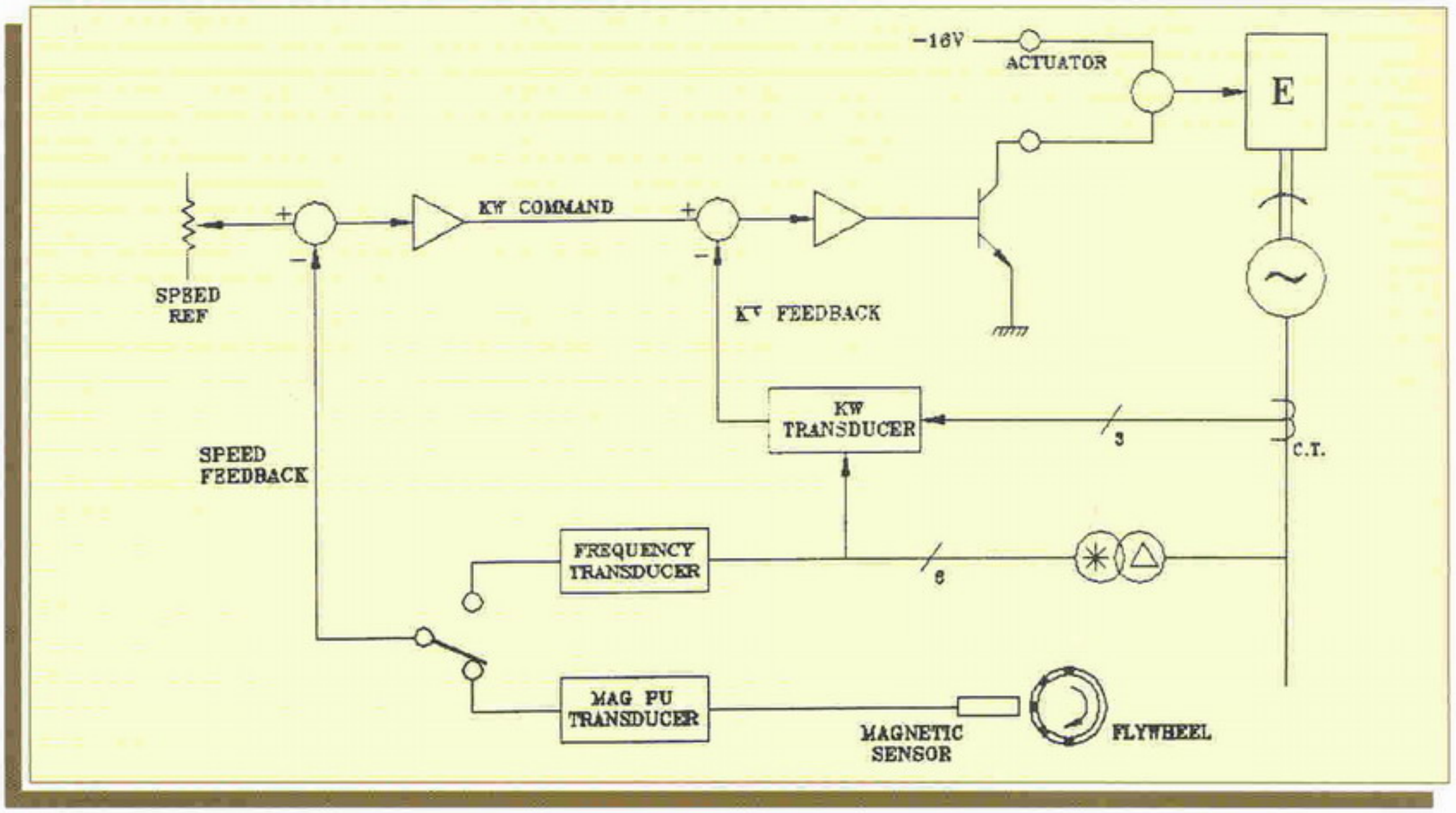
لذا منطقی است که بجای یک دیزل ژنراتور 4MVA از ۴ دیزل
ژنراتور 1MVA استفاده گردد که در این طرح چنین عمل
شده است. اما استفاده از ۴ دیزل ژنراتور به صورت موازی نیز
مشکلاتی را به همراه خواهد داشت که عبارتند از:

۱ هم فاز نمودن دیزل ژنراتورها (خیلی مهم).

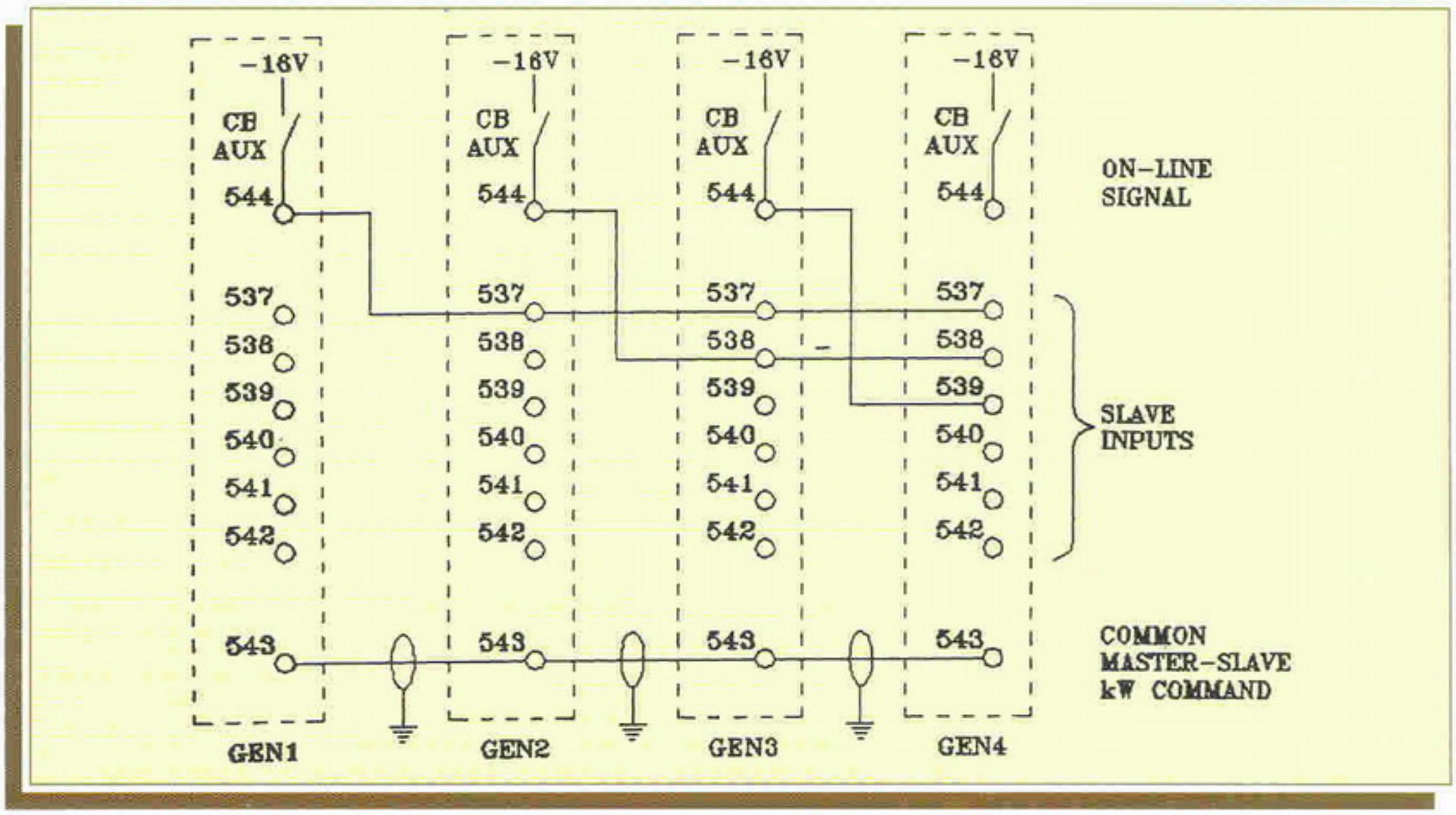
۲ هم دامنه و هم فرکانس نمودن دیزل ژنراتورها.

۳ تقسیم توان اکتیو و راکتیو به صورت یکسان بین دیزل
ژنراتورها.

جهت موازی‌سازی دیزل ژنراتورها، شرط اول بسیار مهم
می‌باشد. جهت موازی سازی دیزل ژنراتورها ابتدا یکی از آنها
به صورت Master و سایر آنها Slave تعریف می‌شوند که غالب
دیزل ژنراتور با شماره کمتر به عنوان دیزل ژنراتور Master
انتخاب می گردد و بدیهی است که دیزل ژنراتورهای بعدی
نسبت به آن Slave می‌باشند. لذا ابتدا دیزل ژنراتور اول روشن
شده و با اتصال کلید اصلی خروجی دیزل ژنراتور، آن را به باس
اصلی وصل می کنیم. بنابراین سیگنال خروجی ژنراتور اول به
عنوان سیگنال مرجع برای همزمان‌سازی ولتاژ خروجی ژنراتور
دوم در نظر گرفته می‌شود. در شکل (۴) ساختار تعیین
اولویت‌ها جهت تعیین ژنراتورهای Master و Slave نشان
داده شده است.
در صورتی که هر ژنراتور Slave بخواهد با ژنراتور Master
موازی گردد ابتدا سیگنال خروجی ژنراتور Slave و ژنراتور
Master به واحد نمایشگر همزمانی (Sync - Box) اعمال



شکل ۳ ـ بلوك دیاگرام کنترل دور دیزل



شکل ۴ ـ ساختار تعیین اولویت ژنراتورها در هنگام موازی سازی

می‌گردد. این واحد از یک سینکروسکوپ، دو عدد لامپ و دو فرکانس متر تشکیل شده است. در صورتی که عقربه سینکروسکوپ در موقعیت ۱۲ ثابت گردد و یا چرخش آن بسیار کند گردد و لامپ‌ها کاملا خاموش شوند، نشانه آنست که ولتاژ خروجی ژنراتور Slave با ژنراتورMaster هم دامنه و هم فاز می‌باشد و به‌الطبع هم فرکانس نیز خواهند بود.
(در صورت توقف عقربه‌سینکروسکوپ، با فعال شدن رله Sync - Check امکان اتصال ژنراتور Slave به باس اصلی مهیا می‌گردد که با فشردن کلید"close" CB به باس اصلی متصل می‌گردد). حفاظت‌هایی که جهت دیزل و ژنراتور در این سیستم در نظر گرفته شده است عبارتند از:

۱ حفاظت در برابر اضافه بار (فرمان قطع به کلید اصلی خروجی ژنراتور).
۲ حفاظت در برابر اضافه و کاهش ولتاژ و فرکانس.
۳ حفاظت در برابر معکوس شدن توان.

۳ـ۲ـ واحد کنترل موتورهای DC (SCR Unit)

عملیات حفاری توسط موتورهای DC (Traction Motors) موازی و یا سری صورت می‌پذیرد که این موتورها عبارتند از:

۱ پمپ گل (Mud Pump): جهت تزریق گل به چاه جهت دیواره‌سازی آن و همچنین خنک‌سازی مته از دو و یا سه پمپ گل استفاده می‌شود که هر پمپ مجهز به دو موتور DC به قدرت حداقل ۱۰۰۰ hP می‌باشدکه به صورت موازی می‌باشند (MP1A, MP1B) در این سیستم امکان تغذیه و کنترل دو پمپ گل شامل ۴ موتور DC به قد رت ۱۰۰۰ hP وجود دارد.
۲ درایور Draw Works: جهت هدایت لوله‌ها به داخل چاه و خارج نمودن آنها، از دستگاه Draw Works استفاده می‌شود. این دستگاه نیز مجهز به دو موتور DC به قدرت ۱۰۰۰ hP می‌باشد که با یکدیگر موازی هستند. ضمنا امکان جهت چرخش در دو جهت برای Draw Works وجود دارد (DWA, DWB).
۳ درایور Rotary Table: جهت تامین حرکت چرخشی لوله از یک صفحه گردان استفاده شده است که با لوله‌های حفاری کوپل می‌باشد. حرکت این صفحه از طریق یک موتور DC با قدرت ۱۰۰۰ hP فراهم می‌شود که صفحه نیز امکان چرخش در هر دو جهت را دارد (RT).

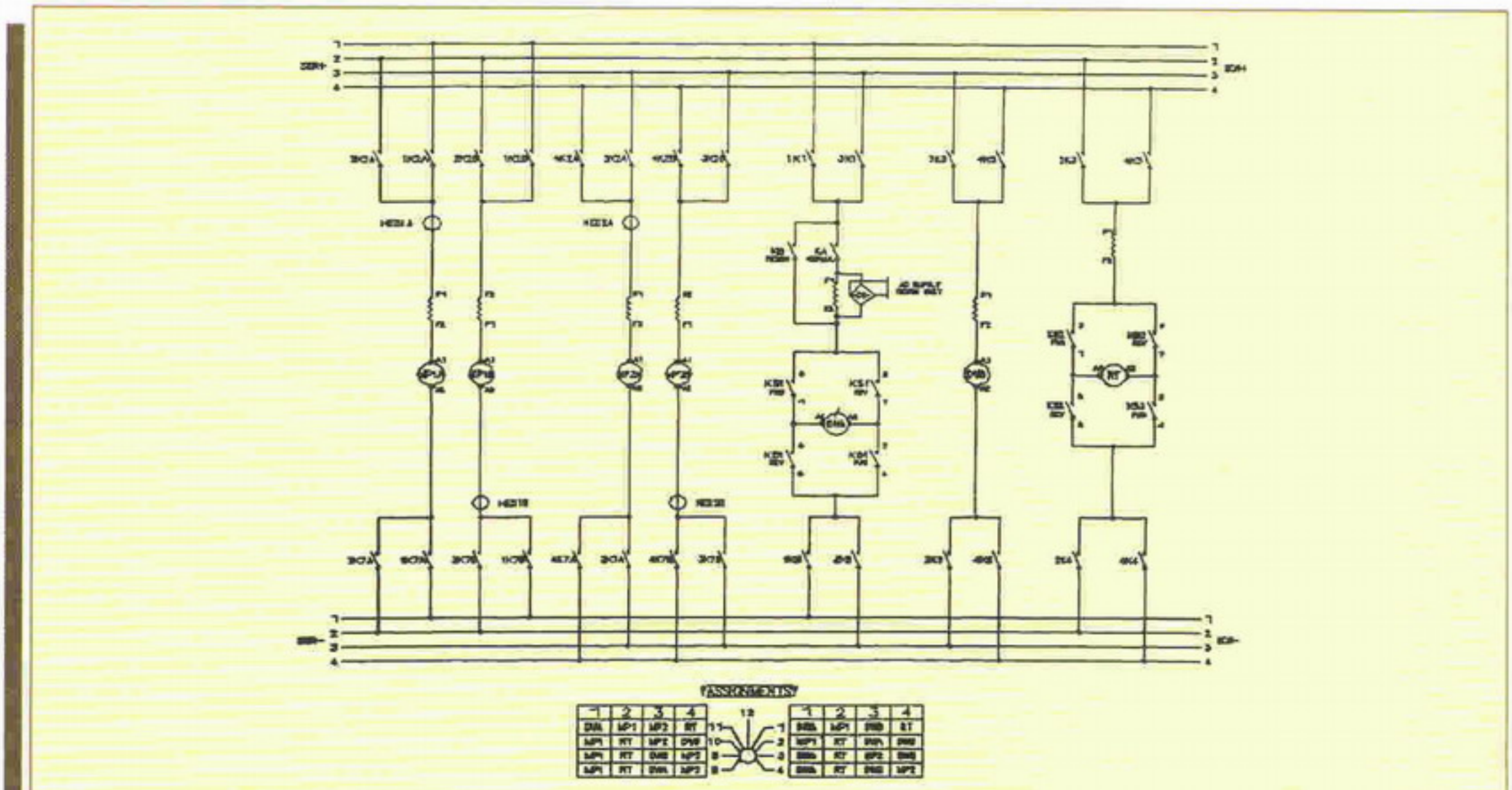
همانطور که در معرفی موتورهای DC ملاحظه گردید این سیستم قادر به تغذیه و کنترل ۷ موتور DC سری هر یک به قد رت ۱۰۰۰ hP می‌باشد. در شکل(۵) نحوه اتصال موتورهای DC به ۴ تابلو SCR نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود هر موتور DC قادر است حداقل از طریق دو تابلو SCR تغذیه شود و این امر سبب می‌شود تا ضریب اطمینان عملکرد موتورهای DC افزایش یابد. همچنین معکوس‌سازی دور موتورهای RT و DWA از طریق کنتاکتورهای قدرت 750 VDC / 1000 A صو رت می‌پذیرد.

۱ـ۳ـ۲ـ آرایش یکسوساز قدرت:

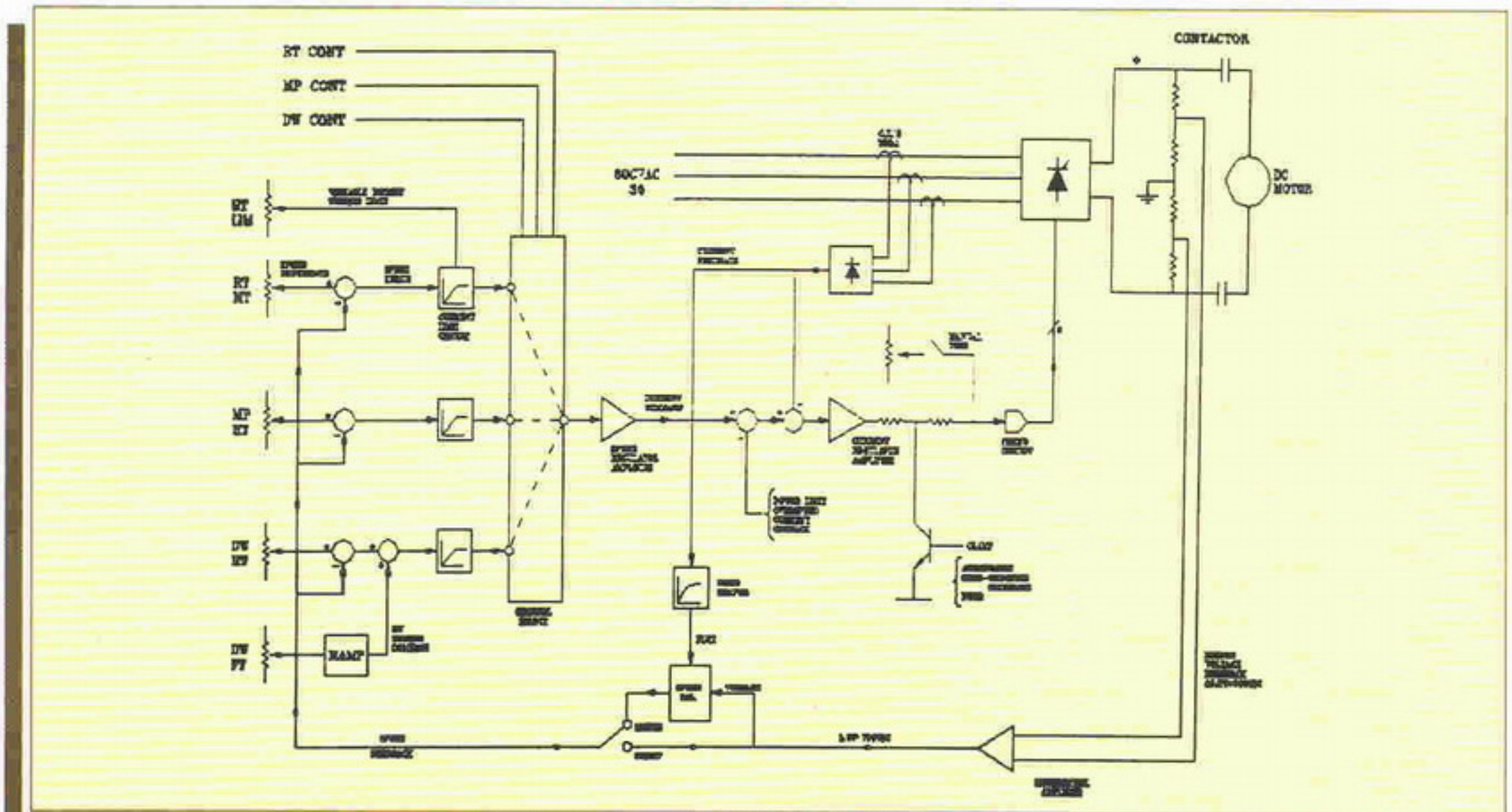
جهت تغذیه موتورهای DC از پل یکسوساز سه فاز تمام موج تمام کنترل شده استفاده شده است که از طریق باس اصلی (600 VAC) تغذیه می‌گردد. ولتاژ DC خروجی یکسوساز حداکثر 750 VDC و حداکثر جریان خروجی آن 1800A می‌باشد که جهت تغذیه حداکثر دو موتور DC (750 VDC 1000 hP / مناسب می‌باشد.
موتورهای DC در حالت کنترل دور و کنترل گشتاور عمل می‌نمایند که کنترل این دو حالت از طریق واحدی به نام DC- Module صو رت می‌پذیرد که به شرح آن می‌پردازیم.

۲ـ۳ـ۲ـ حلقه کنترل دور موتور DC:

همانطور که در بلوک دیاگرام شکل (۶) نشان داده شده است جهت نمونه‌برداری از دور موتور از سیگنال ولتاژ خروجی موتور نمونه‌برداری شده است که در موتورهای شنت این نمونه با دور موتور متناسب است (Vout ≡ Speed) و در موتورهای سری از تقسیم دو سیگنال ولتاژ خروجی بر میدان تحریک موتور سیگنالی متناسب با مقدار دور بدست می‌آید(V/φ≡Speed) که این عمل توسط یک ضرب‌کننده آنالوگ صورت پذیرفته است. با مقایسه سیگنال مرجع و سیگنال دور واقعی موتور، سیگنال خطا دور بدست می‌آید. در صورتی که گشتاور بار موتور از حد مجاز بالاتر نباشد، سیگنال خطا بدون تغییر وارد کانال انتخاب می‌گردد و با توجه به اینکه تابلو مورد نظر وظیفه تغذیه کدامیک از موتورها را به همراه داشته باشد، سیگنال مورد نظر انتخاب می‌شود (تشخیص اتصال تابلو به هر موتور DC از طریق Assignment Switch انجام می‌شود). اعمال سیگنال خطا به کنترل‌کننده PI ، فرمان جریان تزریقی به موتور بدست می‌آید. در صورتی که جریان درخواستی از حد جریان مجاز موتور بالاتر نباشد، با سیگنال جریان خروجی موتور مقایسه شده و سیگنال خطای جریان پس از عبور از کنترل‌کننده PI ، فرمان مناسب جهت تعیین زاویه آتش تریستورها صا در می‌شود. در صورتی که اپراتور بخواهد یکسو ساز را در حالت دستی چک نماید توسط یک میکروسوئیچ می‌تواند سیگنال کنترل زاویه آتش تریستورها را مستقیما



شکل ۵ ـ نحوه اتصال موتورهای DC به تابلوهای SCR



شکل ۶ ـ بلوك دیاگرام کنترل حلقه‌های سرعت و گشتاور موتور DC

اعمال نماید.

۳ـ۳ـ۲ـ حلقه کنترل گشتاور:

همانطور که در بلوک دیاگرام شکل (۶) ملاحظه می‌شود در صورتی که مقدار گشتاور بار از مقدار مرجع تعیین شده توسط اپراتور بیشتر باشد، حلقه کنترل دور موتور به حلقه کنترل گشتاور منتقل می‌شود و با کاهش دور موتور، گشتاور خروجی موتور کنترل می‌گردد. در صورتی که موتور از نوع تحریک مستقل باشد، در این صورت حلقه کنترل گشتاور با کنترل جریان موتور تشکیل می‌گردد. بلوک دیاگرام حلقه کنترل گشتاور در موتور تحریک مستقل در شکل (۷) نشان داده شده است.

۴ـ۳ـ۲ـ واحد ترمز برقی :

توقف سریع Draw Works در حالتی که ((هوک)) به سمت بالا حرکت می‌کند بسیار با اهمیت است. در زمانی که هوک به سمت بالا حرکت می‌کند، در صورتی که اپراتور فرمان توقف موتور را صادر نماید، به خاطر نیروی اینرسی موجود، موتور به حرکت خود در همان جهت ادامه می‌دهد و در این صورت احتمال برخورد هوک به دکل می‌باشد که سبب واژگونی دکل می‌شود. لذا می‌بایست زمانی که اپراتور فرمان توقف را صادر می‌کند در کوتاه‌ترین زمان ممکن (حداکثر 10 Sec) توقف کند. برای توقف سریع موتور می‌بایست گشتاور معکوس به محور موتور اعمال گردد. در موتورهای سری ایجاد گشتاور معکوس به سادگی صورت نمی‌پذیرد. در این طرح نحوه ایجاد گشتاور معکوس به شرح ذیل می‌باشد:

همانطور که در شکل (۵) مشاهده می‌شود با قطع کنتاکتور KA و وصل کنتاکتور KB موتور از حالت سری به تحریک مستقل تبدیل می‌گردد. در این صورت تغذیه مدار تحریک از یک یکسوساز کمکی تامین می‌گردد و با قطع کنتاکتورهای K51-FWD و وصل کنتاکتورهای K51-REW جهت جریان در آرمیچر را معکوس می‌نمائیم. در این حالت گشتاور معکوس به موتوراعمال شده و باعث توقف سریع موتورمی شود. از آنجاییکه در زمان انجام عمل ترمز، حاصلضرب جریان عبوری از آرمیچر و نیروی ضد محرکه منفی می باشد موتور به ژنراتور تبدیل شده و توان به شبکه بر می‌گردد.

لذا به این روش "Regenerative Brake" گفته می‌شود.

نمودار زمان عملکرد ترمز برقی در طی ترمز موتور DWA در شکل (۸) نشان داده شده است. مزایای این ترمز نسبت به روش‌های دیگر عبارتست از :

۱ پایین بودن استهلاک آن.

۲ بالا بودن راندمان (بدون تلفات).

۳ قابلیت تنظیم.

و معایب آن عبارتست از:

۱ پیچیدگی سیستم ترمز.

۲ بالا بودن ریسک افزایش دور دیزل.

۳ بالا بودن ریسک بروز اشکال در سیستم.

۴ انتظار تا زمانی که ولتاژ دو سر موتور به حد 650V کاهش یابد.

۴ـ۲ـ واحد ترانسفورماتورهای خشک (Dry Type Transformers)

همانطور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود مصرف‌کننده‌های AC در سطح میدان حفاری دارای دو سطح ولتاژ می‌باشند :

۱ موتورهای AC سه فاز که با ولتاژ 480 VAC و فرکانس 60 Hz تغذیه می‌شوند.

۲ هیترهای دیزل ژنراتورها و سیستم روشنائی سطح سکوی حفاری و کانکس‌های اقامتی که با ولتاژ 127 / 230 VAC و فرکانس 60 Hz تغذیه می‌شوند.

لذا بدین منظور از دو ترانسفورماتور به قدرت‌های 750 KVA و 180 KVA جهت تامین توان مصرف‌کننده‌های فوق استفاده شده است. ترانسفورماتور 750 KVA به صورت سه ترانسفورماتور تک فاز 250 KVA و ترانسفورماتور 180 KVA در قالب یک ترانسفورماتور سه فاز است که مهمترین ویژگی آن عملکرد در شرایط حرارتی نامناسب است. این ترانسفورماتورها می‌توانند در دمای محیطی 60 °C و در بار نامی به صورت دائم کار کنند. عایق بوبین‌های ترانسفورماتور فایبرگلاس با کلاس حرارتی C می‌باشند که حداکثر تا دمای 220 °C را تحمل می‌کنند.

طی تست اندازه‌گیری پارامتر Temperature Rise، مشاهده گردید که میانگین درجه حرارت ترانسفورماتورها حداکثر 50°C بیش از دمای محیط خواهد شد و نقطه Hot Stop حداکثر به 100 °C بالاتر از دمای محیط می‌رسد که با این وجود حداکثر دمای نقطه‌ای ترانسفورماتور که در مرکز لایه داخلی بوبین می‌باشد برابر با 160 °C می‌باشد (در دمای 60 °C محیط).

نکته دیگری که در طراحی ترانسفورماتورها لحاظ شده است، ایجاد فضاهای مناسب بین هر لایه در بوبین‌ها است که باعث می‌شود در صورتی که حتی عایق سیم‌ها در درازمدت از بین برود امکان اتصال کوتاه بین سیم‌پیچ‌ها وجود ندارد و ترانسفورماتور می‌تواند به عملکرد خود ادامه دهد. مشخصات

فنی ترانسفورماتورها به شرح ذیل می‌باشند :

۱ـ۴ـ۲ـ مشخصات فنی ترانسفورماتور 750 KVA:

ولتاژ خط ورودی	600 VAC
ولتاژ خط خروجی	480 VAC
آرایش ترانسفورماتور	مثلث به مثلث
نوع ترانسفورماتور	خشک
گروه ترانسفورماتور	11
تپ‌های ترانسفورماتور	5 Taps (630.615.600.585.570)
توان ترانسفورماتور	750 KVA
راندمان ترانسفورماتور	97%
استاندارد ساخت ترانس	IEC 726
کلاس حرارتی عایق ترانسفورماتور	C

۲ـ۴ـ۲ـ مشخصات فنی ترانسفورماتور 180 KVA

ولتاژ خط ورودی	600 VAC
ولتاژ خط خروجی	230 VAC
آرایش ترانسفورماتور	مثلث به ستاره
نوع ترانسفورماتور	خشک
گروه ترانسفورماتور	11
تپ‌های ترانسفورماتور	5 Taps (630.615.600.585.570)
توان ترانسفورماتور	180 k VA
راندمان ترانسفورماتور	95%
استاندارد ساخت ترانس	IEC 726
کلاس حرارتی عایق ترانسفورماتور	C

تمامی ترانسفورماتورها مطابق با استاندارد IEC 726 تحت تست‌های مربوطه قرار گرفته‌اند که مهمترین آنها عبارتند از:

۱ تست Temperature Rise.

۲ تست عایقی.

۳ تست‌های بارداری و بی باری .

۵ـ۲ـ واحد کنترل موتورهای AC (MCC Unit)

کلیه مصرف‌کننده‌های سه فاز 480 VAC سطح میدان حفاری توسط واحد MCC تغذیه می‌شوند. با توجه به اینکه سکوهای حفاری در مکان‌هایی فعالیت می‌کنند که تجهیزات کاملی جهت تعمیرات آن در دسترس نمی‌باشد و همچنین نظر به اهمیت ویژه اطاق کنترل برق نسبت به سایر تجهیزات سکوی حفاری، تعمیرات این سیستم بایستی از ویژگی مهم برخوردار باشد:

۱ سهولت در تعمیر و نگهداری.

۲ سرعت در تعمیر و نگهداری.

لذا جهت رسیدن به هدف اول ویژگی‌های ذیل در تابلوهای MCC لحاظ شده است:

۱ کلیه قطعات از جلو قابل دسترسی می‌باشند.

۲ کلیه فیدرها به صورت مجزا از یکدیگر می‌باشند.

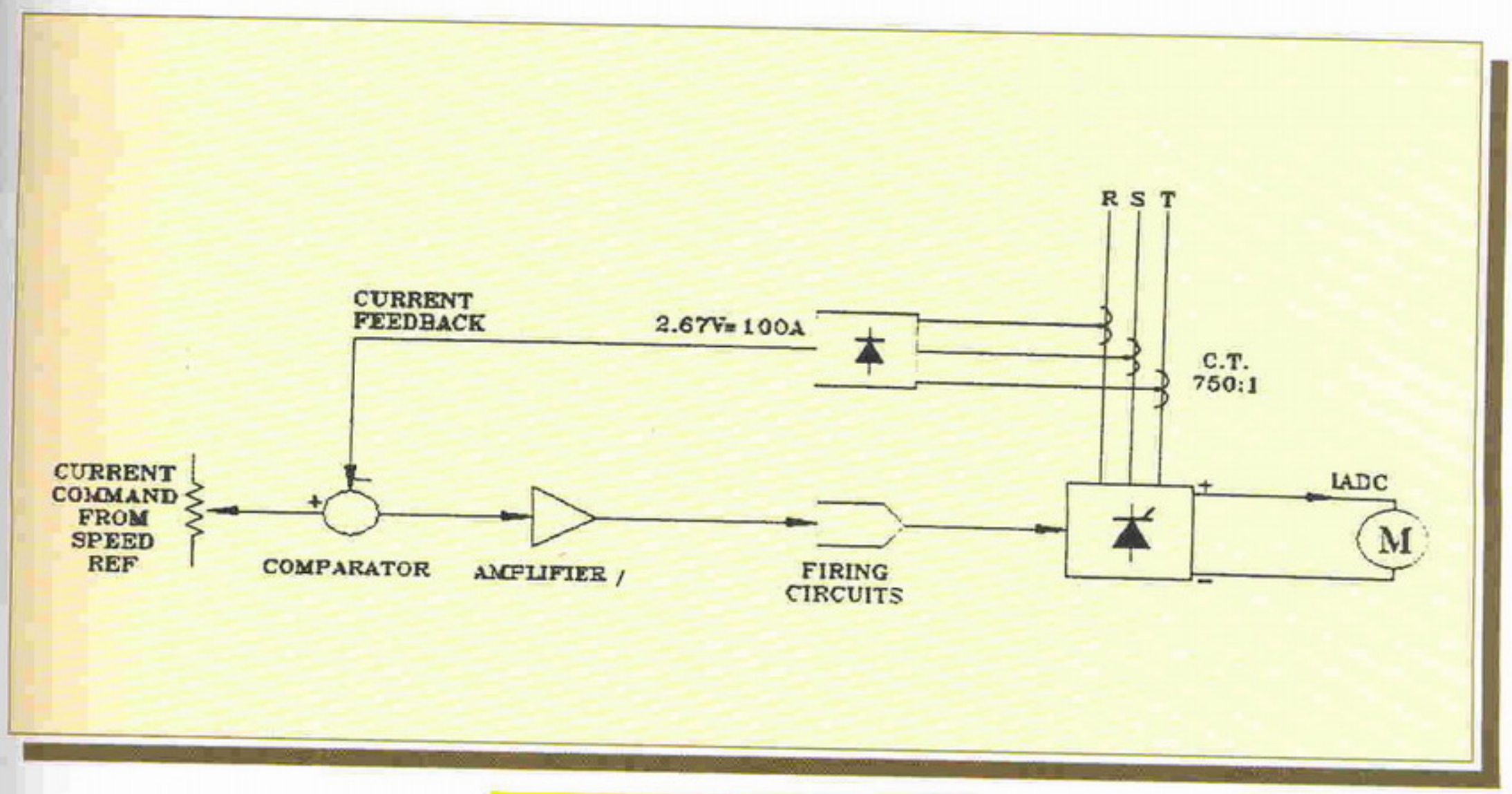
۳ مسیرهای کابل کشی تابلوها به صورت مجزا و از طریق کانال‌های مستقل انجام شده است که عیب‌یابی را سریعتر می‌کند.

۴ تجهیزات با کمترین اتصالات در تابلوها مونتاژ شده‌اند تا به سادگی قابل تعویض باشند.

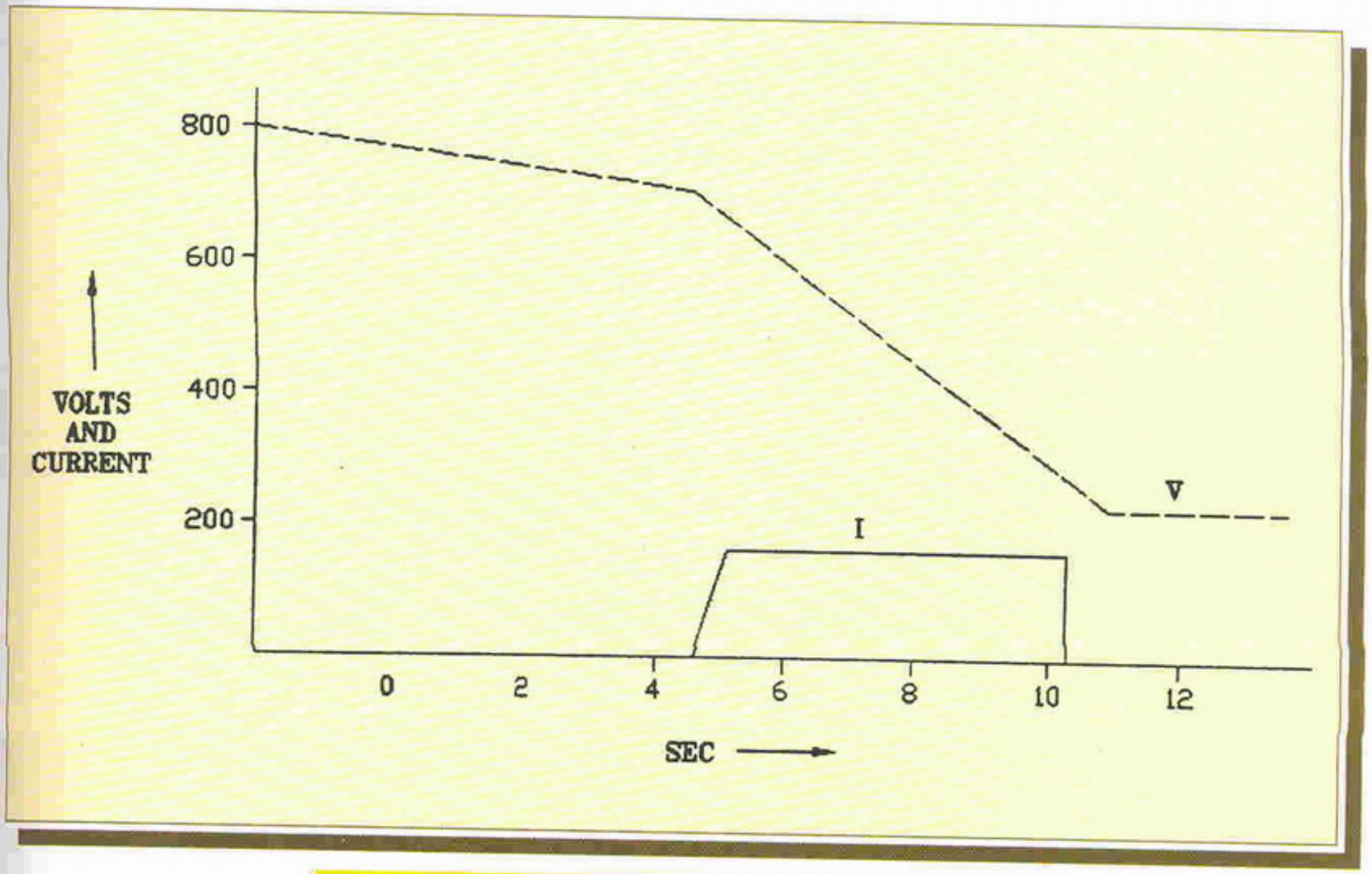
همچنین با توجه به اینکه قطع برق در سکوی حفاری بسیار حیاتی است و در بعضی مواقع سبب مسدود شدن چاه و از بین رفتن آن می‌شود، لذا در صورتی‌که هر مصرف‌کننده‌ای که تغذیه آن قطع شود می‌بایست در اسرع وقت تعمیر گر دد. بدین منظور تمهیدات زیر در طراحی این تابلوها لحاظ شده است:

۱ کلیه قطعات بر روی پانل‌های جداگانه‌ای مونتاژ شده‌اند که در صورت معیوب شدن آن در زمانی کمتر از ۳ دقیقه پانل قابل تعویض می‌باشد. در این واحد تابلویی جهت نگهداری پانل‌های یدکی در نظر گرفته شده است تا پانل معیوب به سرعت تعویض گردد.

۲ کلیدهای ورودی همگی به صورت Draw Out طراحی شده‌اند که در مدت کمتر از ۱ دقیقه بدون باز کردن اتصالات



شکل ۷ ـ حلقه کنترل جریان در موتور DC

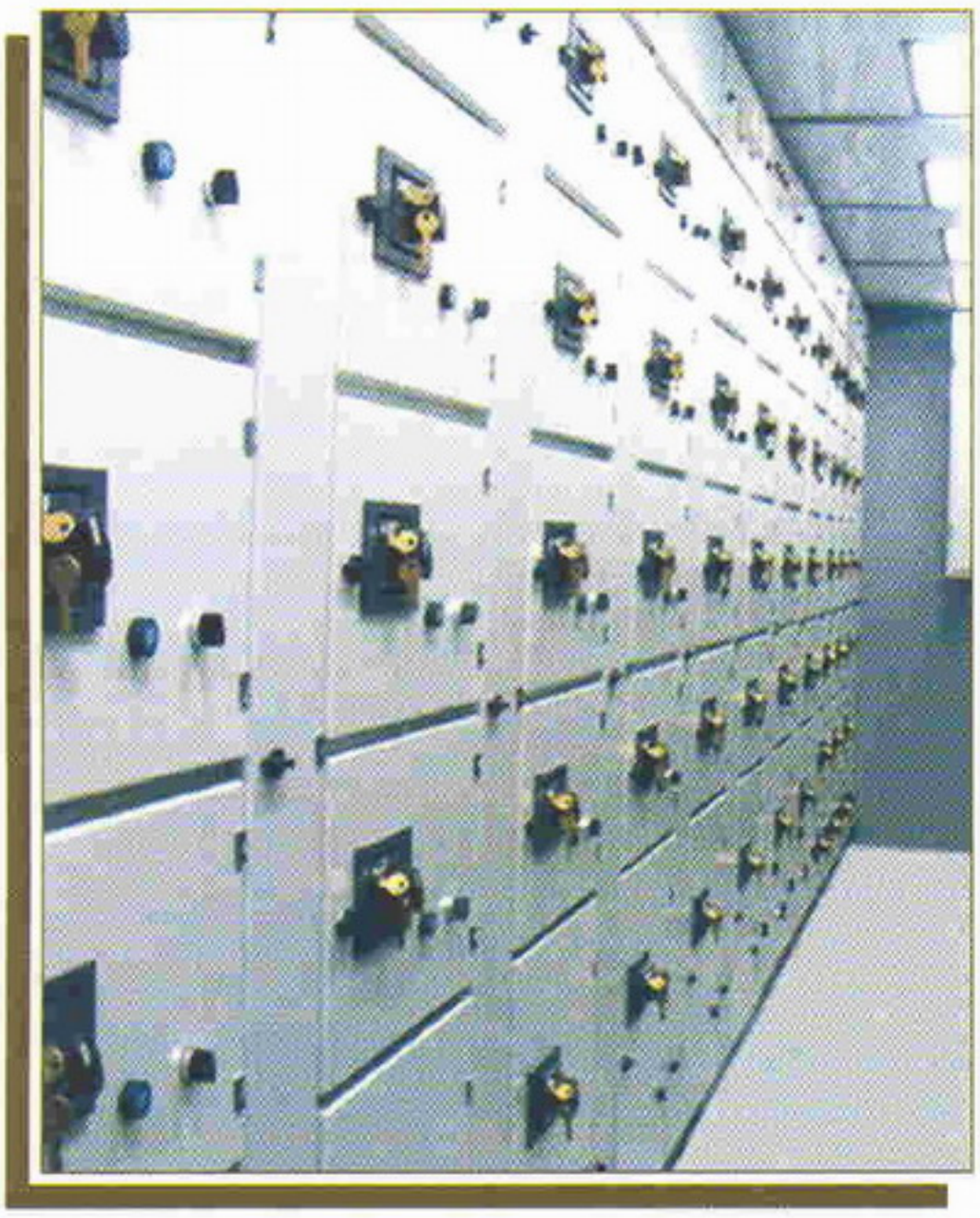


شکل ۸ ـ نمودار نحوه عملکرد ترمز(Regenerative Broke)

الکتریکی قابل تعویض می‌باشند. ضمنا این ویژگی سبب می‌گردد بدون آنکه باس اصلی قطع شود فیدر معیوب تعویض گردد و نیازی به تکرار سیکل راه‌اندازی نمی‌باشد.
اگر چه دستیابی به این ویژگی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نمی باشد، ولی باعث سرعت عمل در تعمیرات بدون قطع برق می‌شود.

۱ـ۵ـ۲ـ مشخصات الکتریکی واحد MCC:

۱ ولتاژ باس	480 VAC
۲ حداکثر جریان باس	1200 A
۳ ولتاژ خط کنترل	110 VAC
۴ فرکانس	60 Hz
۵ جریان اتصال کوتاه قابل تحمل	30 KA



۲ـ۵ـ۲ـ مشخصات مکانیکی واحد MCC:

۱ محل نصب	در فضای مسقف
۲ نحوه دسترسی به فیدرها	از جلو
۳ درجه حفاظت پوششی تابلوها	IP 21
۴ ضخامت ورقه تابلوها	2.5 mm
۵ نوع رنگ‌آمیزی	الکترواستاتیک ـ کوره‌ای
۶ فام رنگ	7035
۷ ابعاد واحد MCC	7300 x 450 x 2510(L.W.H)

۳ـ۵ـ۲ـ کنترل فیدرها:

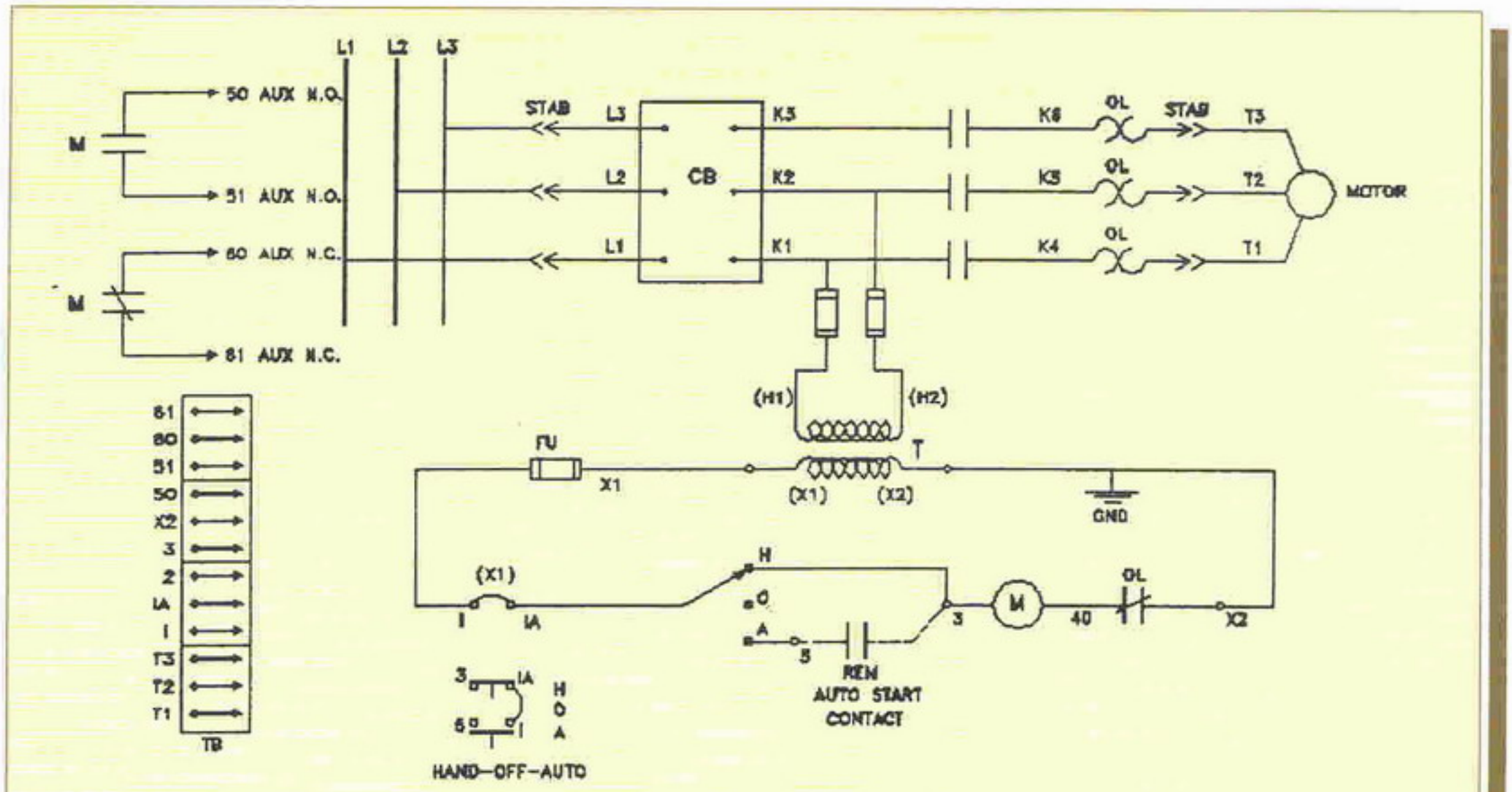
از نظر نحوه کنترل فیدرها به دو دسته تقسیم شده‌اند:

۱ـ۳ـ۵ـ۲ـ کنترل HOA (Hand - Off - Auto):

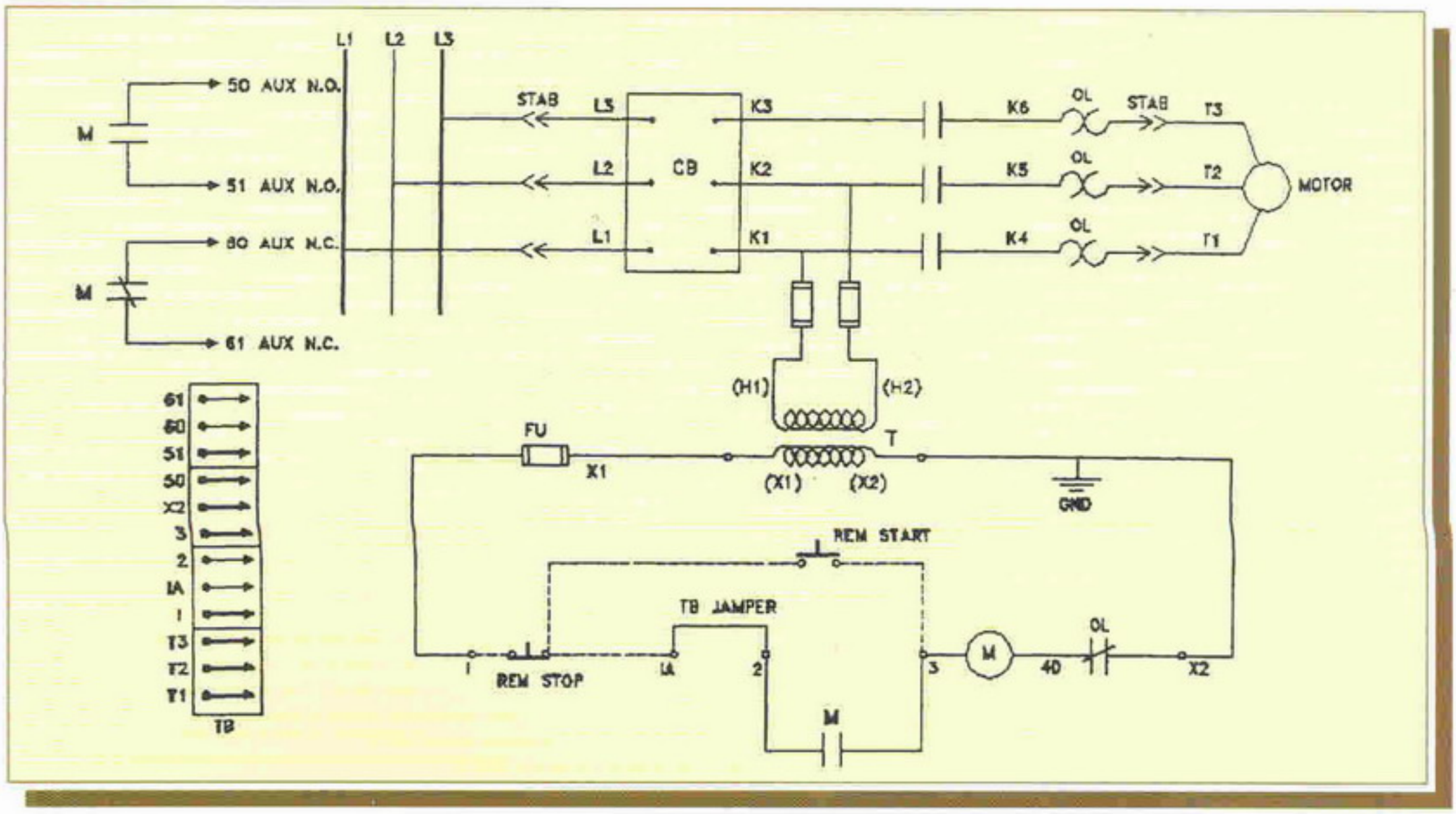
گروهی از فیدرها را می‌توان از محل تابلوهای MCC در دو حالت دستی و یا اتوماتیک کنترل نمود. در حالت دستی فیدر بدون هیچگونه شرطی وصل می‌گردد ولی حالت اتوماتیک ممکن است فیدر با یک یا چند موتور دیگر دارای Inter Louck باشد که در صورت تحریک آنها، این فیدر فعال می‌شود. در شکل (۹) مدار ساده‌ای از فیدر با کنترل HOA نشان داده شده است.

۲ـ۳ـ۵ـ۲ـ کنترل S-S (Start - Stop):

گروهی از فیدرها با فرمان از راه دور فعال می‌شوند که ممکن است این فرمان از محل نصب موتور و یا مکان دیگر صادر گردد که در شکل (۱۰) مدار ساده‌ای از فیدر با کنترل S-S نشان داده شده است.
گروهی از فیدرها بدون کنترل می‌باشند و فقط از طریق کلید کامپکت (MCCB) از نوع Draw Out تغذیه می‌شوند .



شکل ۹ ـ کنترل فیدر به روش HOA (Hand - Off - Auto)



شکل ۱۰ ـ کنترل فیدر به روش S-S (Start - Stop)

TECHNICAL REPORT OF ELECTRICAL SYSTEM OF DRILLING RIGS

Introduction	5
Introduction of components of system	5
Powerhouse	5
Diesel generator control unit	6
DC motors control unit	10
Dry type transformers	12
Motor control center unit	15

1-INTRODUCTION

This plan has been performed with the view to achieve the technical knowledge and self-sufficience in the petroleum industry for production of electrical system of oil and gas offshore and onshore drilling rigs. Over 30 years, Iran oil industry has been providing the electrical system of platform by the American and British companies specially Ross-Hill control and Hill-Graham. Since the drivers of drilling rigs equipment have been mechanical and electrical, that about half of rigs are mechanical type.

Oil industry is in the urgent need for construction of electrical system of drilling rigs (which called "SCR&MCC" system) and due to change of mechanical system to electrical and also of the ruined some drilling rigs.

JDEVS designed of SCR & MCC system since 12 month and manufacture it jointly with foreign partner since 18 month.

Hereon design and manufacture cost, Iranian part and foreign part was 53% & 47% respectively .

So, save width for this project was 40%.

In this report, will be described components of system and detail them.

2- INTRODUCTION OF COMPONENTS OF SYSTEM

This system has been formed the separate parts as we describe as follows:

2-1 Power House
2-2 Generator control unit
2-3 S.C.R unit
2-4 Dry Type Transformer unit
2-5 Motor Control Center (MCC)

2-1- Power House

Since the drilling rigs are mobile and will be moved maximum every six months, therefore the electrical system of drilling rigs should be portable at one package, so all the introduced units in section 2 will be installed in a power house.

2.1.1. The minimum weight of installed equipment in power house is 14 tons which will be setup in a 10m×3m×3m room for installation. With the regard to the weight of equipment and the way of its moving by winch needs to have high stability to avoid damage while equipment transportation.

2.1.2. As the external temperature of power house is 80°C, therefore appropriate temperature for the internal equipment is 25°C, so power house should have suitable heat isolation, therefore the room temperature can be kept 25° C by two air conditions.

2.1.3. The power house can be setup in outdoor area and is in the rainy and dust laden atmosphere, so the degree of protection of power house is Ip53.

2.1.4. In such cases power house might release from the height (90Cm maximum), so chassis at room must have considerable stability.

2.1.5. The maximum SCR unit powerless is 40kW and because of high insulation temperature of this room, powerless amount increase the temperature, therefore this room is equipped with two 10 tons air condition.

2.1.6. Since the total time of disassemble of drilling rig is maximum one week, so motor connections to the room should be disconnected at the minimum time. In order to do so plug panel is used to connect power house to motors. All connections have IP67 degree of protection.

2.1.7. Regarding the power house is exposed to radiation of UV ray so the cover room's color has a particular feature. In power house three layers of paint has been used in two interior layers is epoxy type which is water proof, but it is not resistance for radiation of UV ray. So the external layers of power house are supplied with polyurethane which resistant against the UV ray.

2.1.8. Each drilling rig is divided minimum into 100 single units for transportation, so that can be moved using the same method leads to expedition of transporting of rig. So that the room has been constructed in such way, so that like the others rigs equipment can be settled by winch under truck by means of two pipes which are connected at the end of room.
As mentioned above the designed structure for 4 situations while moving has been modeled in SAP2000 software At it is shown rate in a worst mode of resistible tension structure rate to the input tension is minimum 3 times as much. During simulation the cover of layer is not considered (with a thickness of 3mm on the wall and the floor of the room) which plays important role in tension resistance.
Also with a consideration of internal powerless rate and external heating exchange, the insulation type and its thickness is specified by mechanic team, which some points will be discussed here:
As the power house is adjacent to four powerful diesel generators, so it should have a proper audio isolation, electrical technicians can have a room to seat. During the research the slag wool has a higher damping coefficient to other insulations (such as "stone wool" mineral wool, polystyrene and polyurethane). Therefore a part of wall and floor are covered by slag wool with thickness of 4Cm.
Also polyurethane has a lower damping coefficient the other heating insulation (like cork, brick & polystyrene), so a part of wall and ceiling of room covered by polyurethane.
We could obtain required isolation by two blending proper heating & audio isolation.

2-2- Diesel Generator Control Unit

The power of drilling rig is supplied by diesel generator. To the type of platform (rate of drilling depth), consumption power may be changeable form 3 up to 5 MW. Almost diesel generator power is a bout 1MVA; therefore diesel generator might be 3, 4 or maximum five sets.
According to the figure (1) this system is able to control four diesel generators. To control each diesel generator one cubicle is used in this system which has the following specifications:

2.2.1. Automatic output voltage control by AVR unit.

2.2.2. Control speed engine by electronic governor.

2.2.3. Active and reactive power control unit.

2.2.1. Generator output voltage control:

In figure (2) generator voltage control and also reactive power control (in parallel mode) will be done by current control injected to the exciter field of generator, which error voltage signal will be obtain from the sampling of voltage generator and comparison with reference signal.
On the other hand by sampling of generator current and its voltage KVAR signal obtains in KVAR transducer.
The comparison of this signal with error voltage the input signal to controller will be provided.
The output voltage variance should be done so that ratio of V/F in generator should not exceed at permissible amount, because in this case the generator will be damaged quickly.
Therefore V/F cutback signal will prevent the extra changes of output voltage generator and

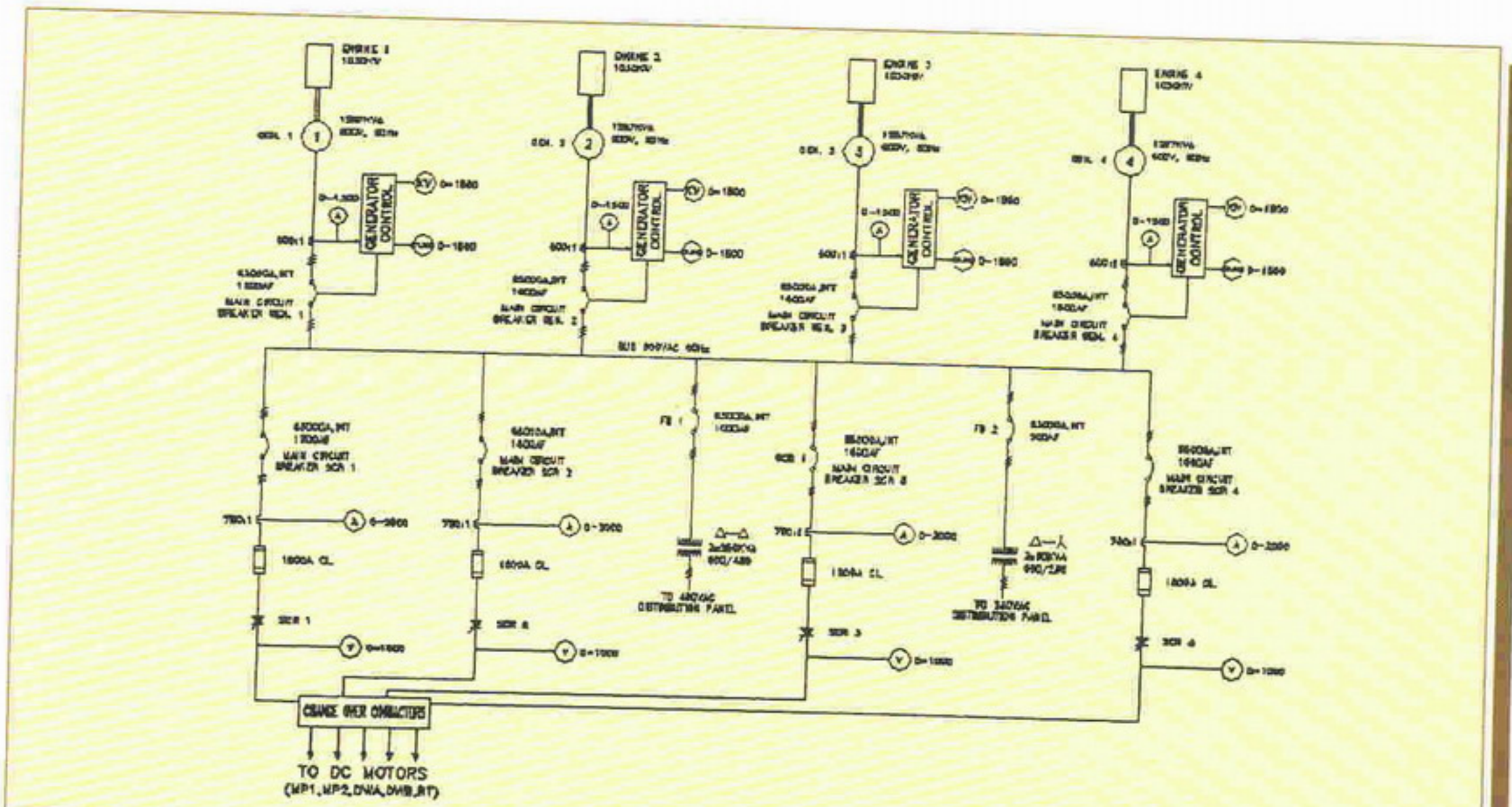


Figure 1: single diagram of SCR & MCC

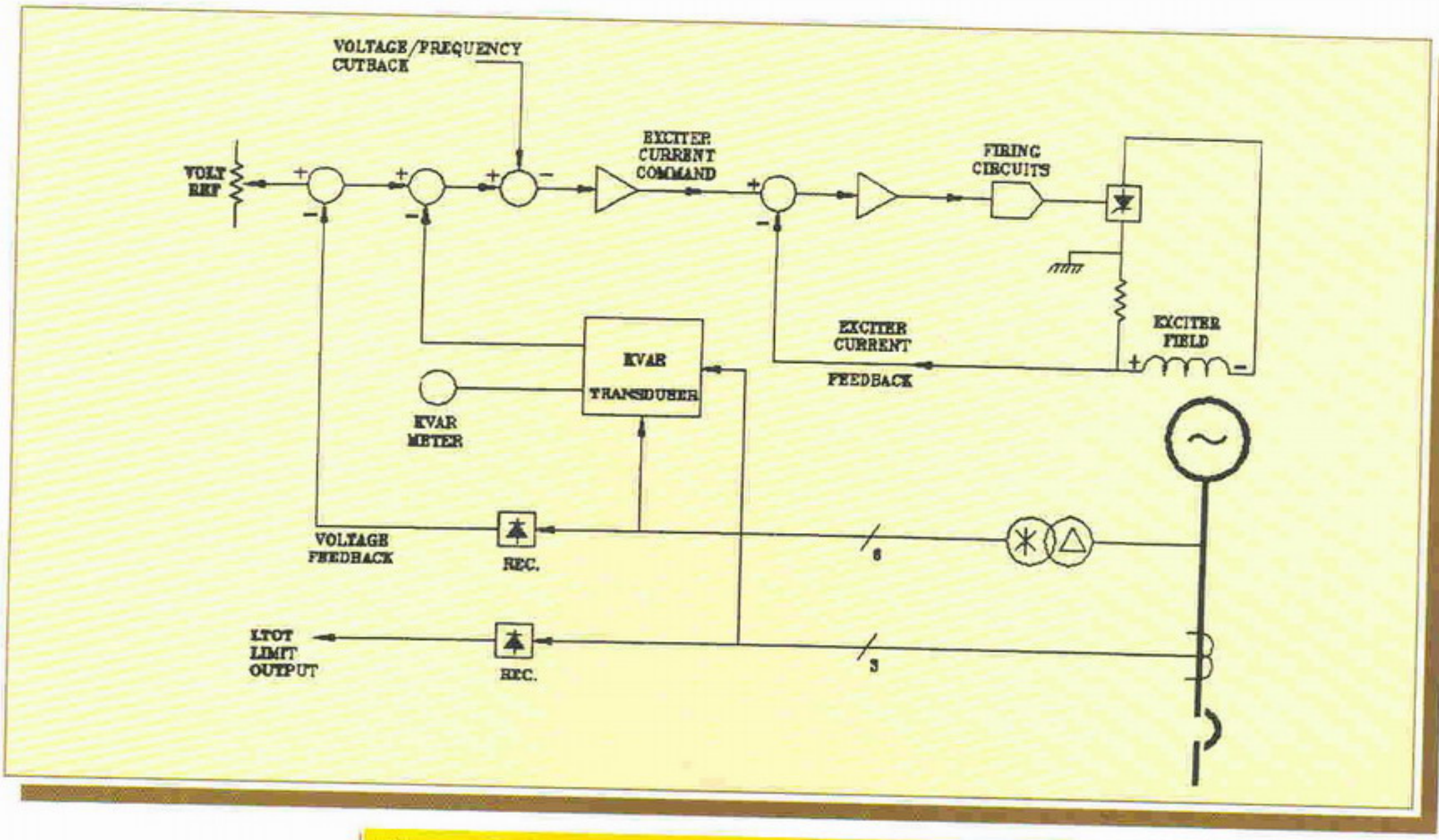


Figure 2: Control output voltage of generator

Control in a safe area as the V/F ratio is in a permitted area. With applying the produced error signal to the input controller (which is almost PI), the generator exciter command gives.
With comparison this signal with generator exciter current, the suitable signal to apply for obtains for control of thyristors firing angle. Generator exciter circuit is a half controlled single phase thyristor bridge which is to set output voltage generator by the change of generator exciter current.

2.2.2. Engine speed control by electronic governor:

The block diagram of motor speed control and also active power control (in parallel mode) is shown in the figure (3).
Speed feedback signal can be prepared in 2 ways:

1. Frequency converter
2. Pulse pickup sensor

In the frequency converter by sampling of generator voltage and measuring zero detecting, frequency is detected. In second method a magnetic sensor has a magnetic couple on the flywheel, which square wave frequency is proportion with rotation of flywheel. These signals are selectable by a switch. In this controller each of two ways is used. At first when the speed is low, frequency signal is indicated by the magnetic sensor and in the nominal speed (stable mode), frequency signal is indicated from frequency converter. Regarding that the signal is of great importance for diesel generator with simultaneous use of these two converters the possibility of cut or omission of signal will be decreased.
In comparison with reference signal and actual speed the error signal is obtained and will be apply to the PI controller. Then command actuator signal is obtained after applying the error output signal to the others controller. After amplifying this signal and applying to actuator, nozzle changes so much that engine output speed and the required amount will be balanced.

2.2.3. Diesel generator parallel:

For supplying about 4MVA require power in drilling rigs a diesel generator is never used for the following reasons:

1. Decrease of redundancy.
2. Since it is very big it's moving is almost impossible compared to 4*1MVA diesel generator.
3. Maintenance of diesel generator is not possible on the load.

Therefore it is logical to use 4*1`MVA diesel generators instead of 1*4MVA diesel generator, which is performed in this project. But using parallel four diesel generator will cause some problem as follows:

1. Phase synchronizing (very important).
2. Frequency and amplitude synchronizing.
3. Active and reactive power share between diesel generators.

The first step to parallel diesel generator is very important. In order to parallel diesel generators, at the first one of them is described as a master and the others as slave, that usually the lowest diesel generator number is selected as master and obviously the rest are slave. So at the beginning the first diesel generator is run and connected to the main bus with connection of output switch of diesel generator. Therefore output signal of first unit is considered as a reference signal for synchronizing of output signal of second unit. In figure(4) superiority structure for determination master and slave generator is shown.

- If each slave generator wants to be parallel with master generator, at first it is started in idle mode (standby) and output signal of slave and master generator will be applied to the sync box unit. This unit contained of one syncroscope, two

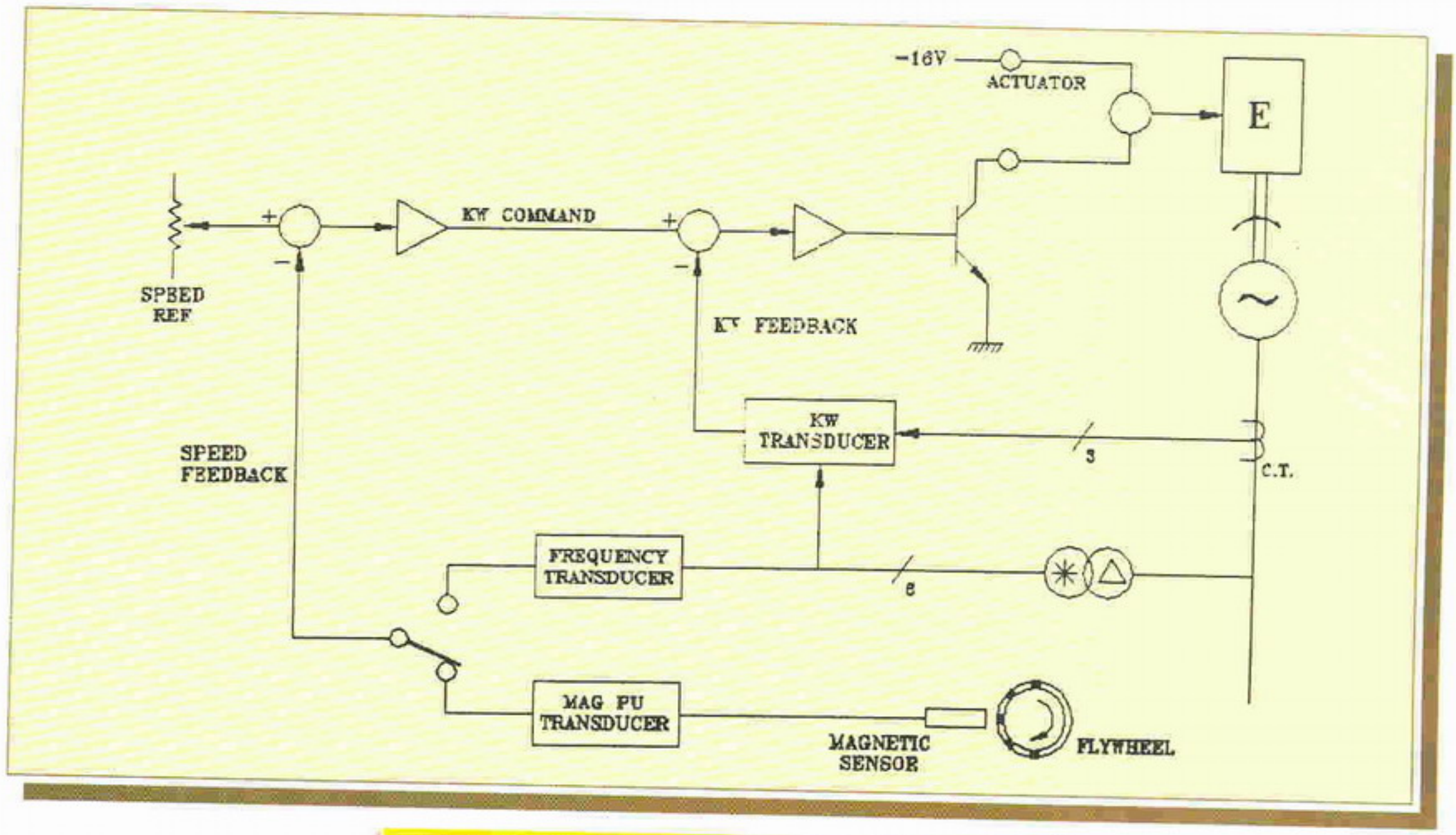


Figure 3: Speed control of diesel generator

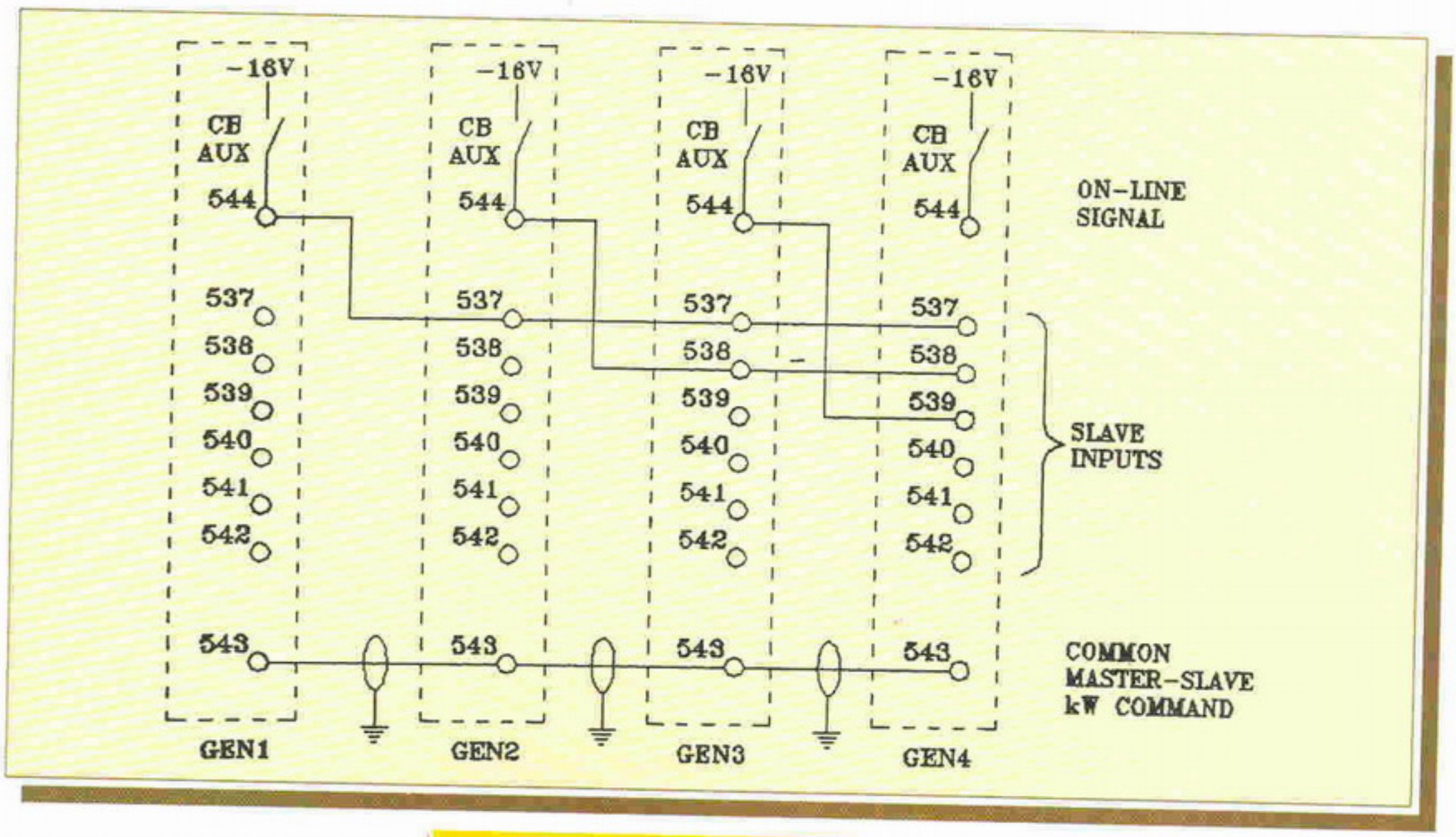


Figure 4: Master - Slave Connections

lamps and two frequency meters. If the syncroscope is fixed on 12 o'clock and its rotation is too slow and also lamps are minimum brightness indicates that same phase and synchronize output voltage of slave generator with master unit.
So they are of the same frequency (by stopping the syncroscope pointer connection of to the main bus is provided by activation of sync check relay, which can be connect to this main bus by pressing run push button). The Protections for diesel and generator in the system are as follow:

1. Overload protection
2. Protection for increase and decrease of voltage and frequency
3. Reverse power protection

2-3- DC motors control unit (SCR unit)

Drilling operation is performed by traction motors which these motor are:

2.3.1. Mud pump:

Mud injection for casing and bit cooling, two or three mud pumps are used which each pump is equipped two DC motors with the minimum 1000hP power which are parallel (MP1A, MP1B). In this system is possible supply & control of two mud pumps including four DC motors, with power of 1000hP.

2.3.2. Draw-works:

For pipe running and taking out is used draw-work system. This unit is equipped with two DC motors with power of 1000hP, which are parallel. Draw-work unit can rotate in CW & CCW (DWA, DWB).

2.3.3. Rotary table:

For pip rotation the rotary table is used that are couple with drilling pipes. The moving of this table in provided by the 1000hP DC motor and the table can rotate in CW & CCW (RT).
This system is able to supply the seven DC series motors (each one is power 1000hP). In the figure (5) connection of DC motor to SCR cubicles is shown.
Each DC motor can be supplied at least by two SCR cubicles; it leads to increase safety of DC motor operation. Also the reserving of DWA & RT speed motor is done by 750VDC/1000A contactors.

2.3.4. Power rectifier:

To supply of DC motors are used 3 phase Rectifier Bridge that is supplied by 600VAC main bus. The maximum of rectifier voltage is 750VAC & the maximum current is 1800A which are suitable to supply maximum two DC motors (750VDC / 1000hP).
These motors operate in the torque and speed control modes which the control of these two modes is performed by a unit called "DC Module".

2.3.5. Speed control loop:

According to picture (6) for sampling of speed, from output voltage signal is used, because in shunt motor speed is proportion with output voltage and in series motors it is obtained by the division of output voltage to exciter field ($V/\varphi \equiv$speed). With comparison the reference signal with actual speed, the error signal is obtained.
If motor torque does not exceed then the error signal applying to PI controller without any changes.
The applying error signal to the PI controller, so current command is given. If the requested current is not more than maximum limit current it is compare with output signal of motor, and current error signal after passage of PI controller, a suitable command to determine thyristor firing angle is issued.
If the operator wants check the rectifier in manual mode he can directly apply fire

2.3.6. Torque control loop

According to the block diagram figure (6) if the load torque is more than reference signal, control loop is transferred to torque control loop,

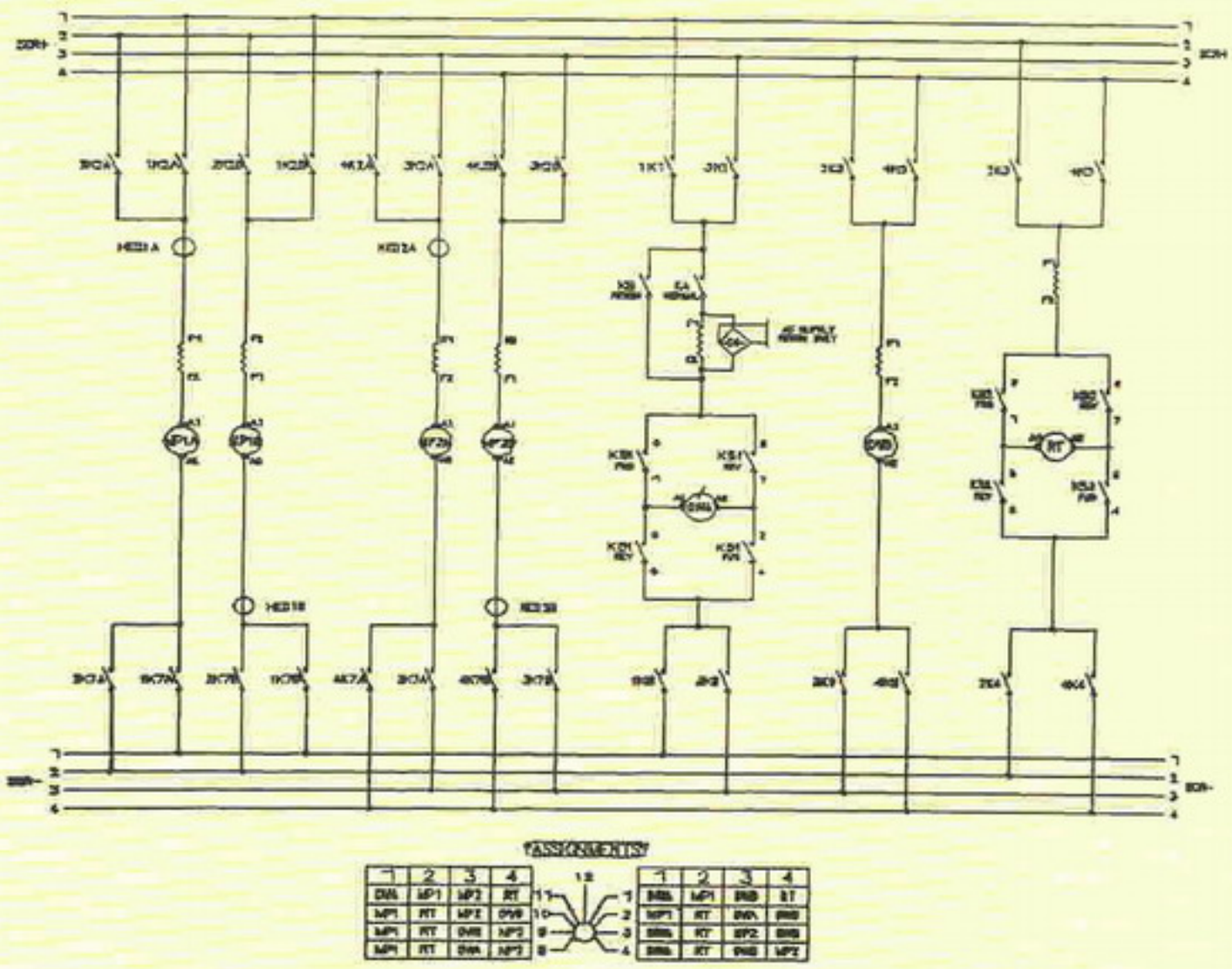


Figure 5: Connection of DC motors to SCR cubicles

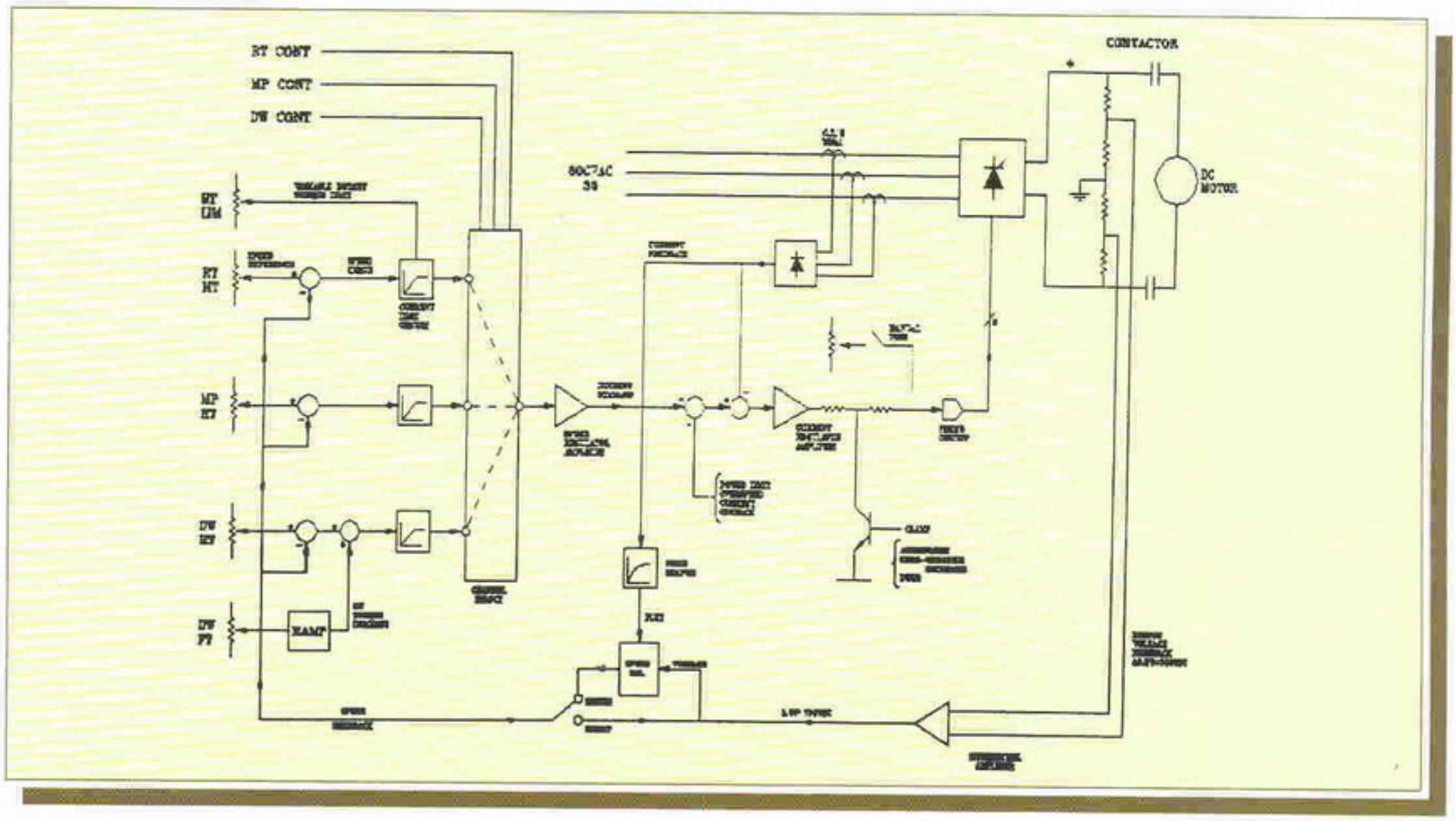


Figure 6: Speed & torque control loops block diagram for DC motor

and by decrease of speed motor the output torque is controlled.
If the motor is shunt type then torque control is formed by controller of current. Torque control loop block diagram in the shunt motor has been shown in the figure (7).

2.3.7. Electrical brake unit:

Quick pause of draw-works when hook is moving up is very important. While hook is going up if the operator stops the motor, due to inertia moment, motor will operates in the same side and in this case the crash of hook to mast is possible, which will cause the collapse of mast. So when the operator command order stops in the minimum time, it should be stopped (maximum 10sec.). For the quick pause of reverse torque must be applied to the motor access. In the series motor creation of reverse torque is not so easy.
In this unit process of creation reverse torque is as follows:
As shown in figure (5) by open KA contactor & close of KB contactor, the motor changed from series type to the independent exciting type. In this case exciting current is supplied by Aux. rectifier. On the other hand with "K51" contactor will be changed rotation of motor. By this way motor will stop quickly, because in this mode motor is changed to generator and power is returned to the network, so this way called regenerative brake. Time diagram shows DWA the operation of electrical brake. The advantages of this brake to other ways are as follows:

1. Low maintenance
2. High efficiency
3. Adjustable

Disadvantages:

1. Complexity of braking system
2. Risk of engine over speed
3. Risk of failure
4. Waiting for reduce motor voltage to 650V

2-4- Dry type transformers

In figure (1), all AC motors on the drilling area are used in two levels voltage as follows:

1. All 3 phase motors which are supplied with 480 VAC voltage and 60Hz frequency.
2. Diesel generator heaters & lighting system and accommodation units which are supplied with 230/127 VAC voltage and 60 Hz frequency.

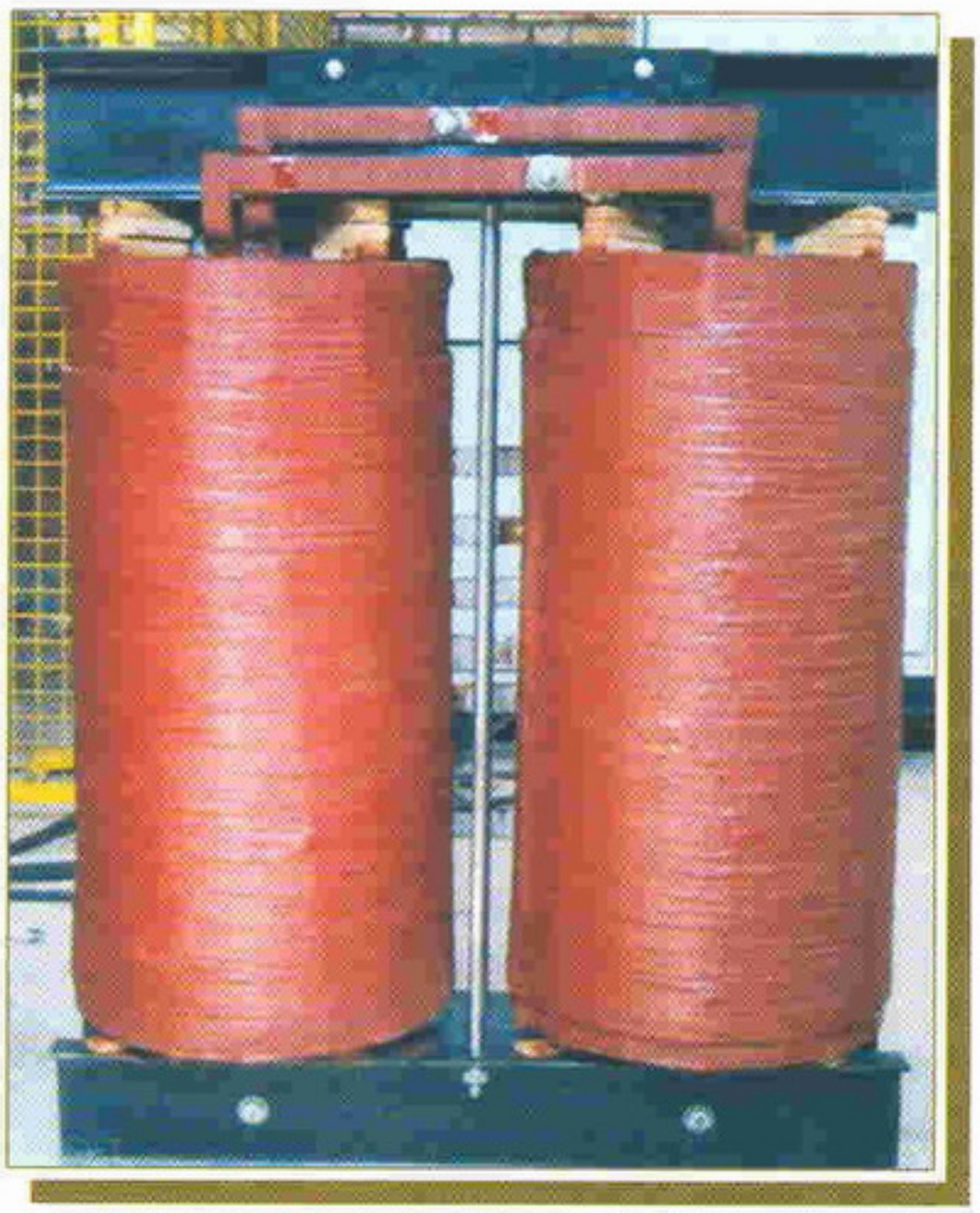
In order to two 750kVA & 180kVA transformers are supply them. This 750kVA transformer is composed of 3*250kVA / single phase & 180kVA transformer is composed of 1*180kVA

3 phase which that its most features is that can operate in unsuitable heating condition. These transformers can service in 60°C temperature constantly.

Fiberglass insulator for bobbins with temperature class "C" can resist maximum temperature of 220°C. During the measuring temperature rise it was observed that the average of transformer heat will be more than 50° C from the ambient temperature and the hot spot will increase 100°C.
Therefore the maximum temperature of the transformer which located in the center of internal layer is equal 160°C (in 60°C ambient temperature). Other point which is considered in design of transformers is the creation of proper space between each bobbin layer.
If the bobbin insulation destroyed in a longtime there is not short circuit in rings and transformer continues its operation, Technical features of the transformer are as follows:

All transformers have been tested according to IEC726, for example:

1. Temperature rise test.
2. Insolating test.
3. Full load and no load tests.



2.4.1. Technical data of 750kVA transformer

Ratio:	600-480 VAC △-△
Type:	Dry
Transformer group:	11
Taps changer:	5 Taps (630.615.600.585.570)
Rating power:	750 KVA
Efficiency:	97%
Standard:	IEC 726
Temperature class	C

2.4.2. Technical data of 180kVA transformer

Ratio:	600-230 VAC △- ⅄
Type:	Dry
Transformer group:	11
Taps changer:	5 Taps (630.615.600.585.570)
Rating power:	180 k VA
Efficiency:	95%
Standard:	IEC 726
Temperature class	C

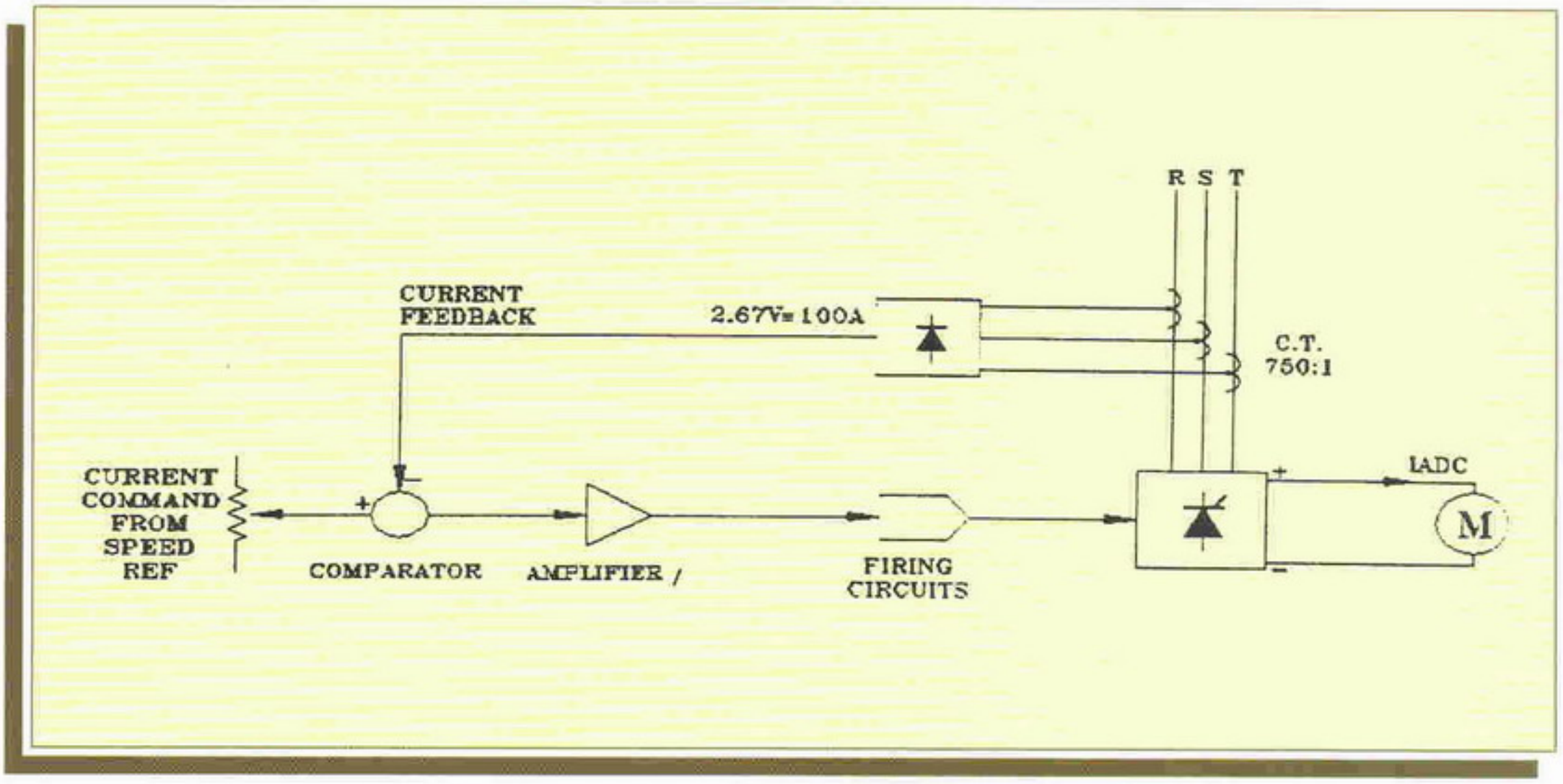


Figure 7: Current control loop in the DC motor

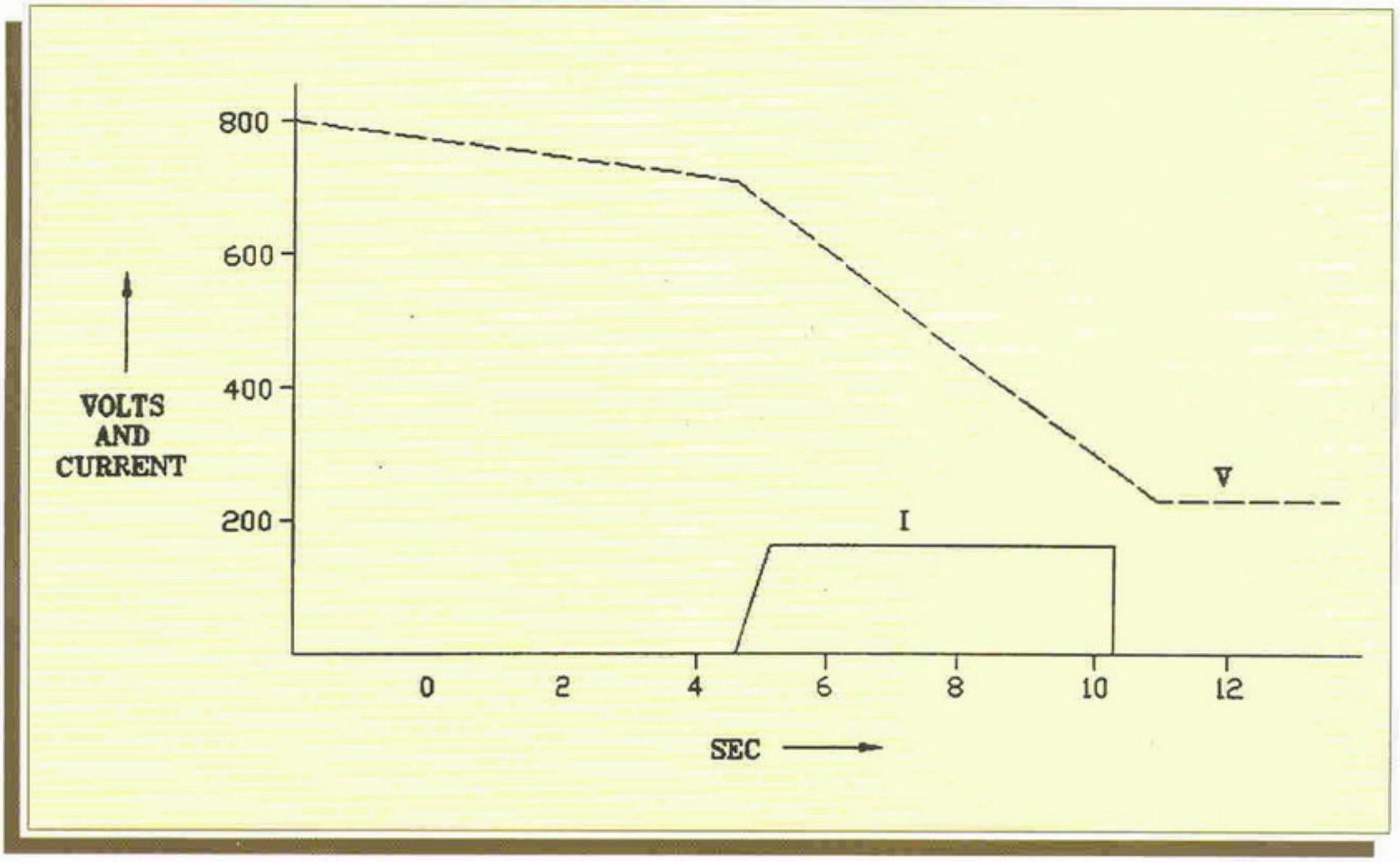


Figure 8: Regenerative brake diagram

2-5- Motor control center unit (MCC Unit)

All 3 phase motors are controlled and supplied by MCC unit. As the supply of AC motors is more important, so repair of this unit must have two features:

1. Easy to maintenance.
2. Rapid in maintenance.

So in order to reach the first aim the following features are considered in MCC cubicles:

1. All parts are front access
2. All the feeders are separate from each other
3. Cable tray of cubicle is separate
4. Equipment is assembled in cubicles with the least connection

Since the shut down of power will cause irreparable damages some as blocking and destroying of rig, so if each feeder is shut down it must be repaired as soon as possible.

1. All the parts, are assembled on separate panels
2. All the input switches are designed as draw out that can be change without removing electrical connections.

2.5.1. Electrical specification of MCC Unit:

Bus voltage	480VAC
Maximum of bus bar current	1200A
Control voltage	110VAC
Frequency	60HZ
Short circuit current	30KA

2.5.2. Mechanical specification of MCC:

Location	Indoor
Feeders access	Front
Degree of protection	Ip21
Thickness of plates	2.5mm
Paint type	Electrostatic
M.C.C Dimension	7300*450*2510(L,W,H)

2.5.3. Feeders Control:

All feeders are controlled in two modes as follows.

2.5.3.1. H.O.A (Hand - Off - Auto)

Some of the feeders can be local control from MCC unit in two modes such as manual and automatic.

In a manual mode feeder can be connected without any condition, but in the automatic mode feeder might have inter lock with one or more motors.

In the figure (9) a simple circuit of feeder with H.O.A control is shown.

2.5.3.2. Start / Stop

Some feeders are activated by remote command. This command might be issued from the installed motor place or other place. The simple circuit of the feeder is shown in figure (10).

Some feeders are without control and are supplied only by draw-out compact (MCCB) switch type.

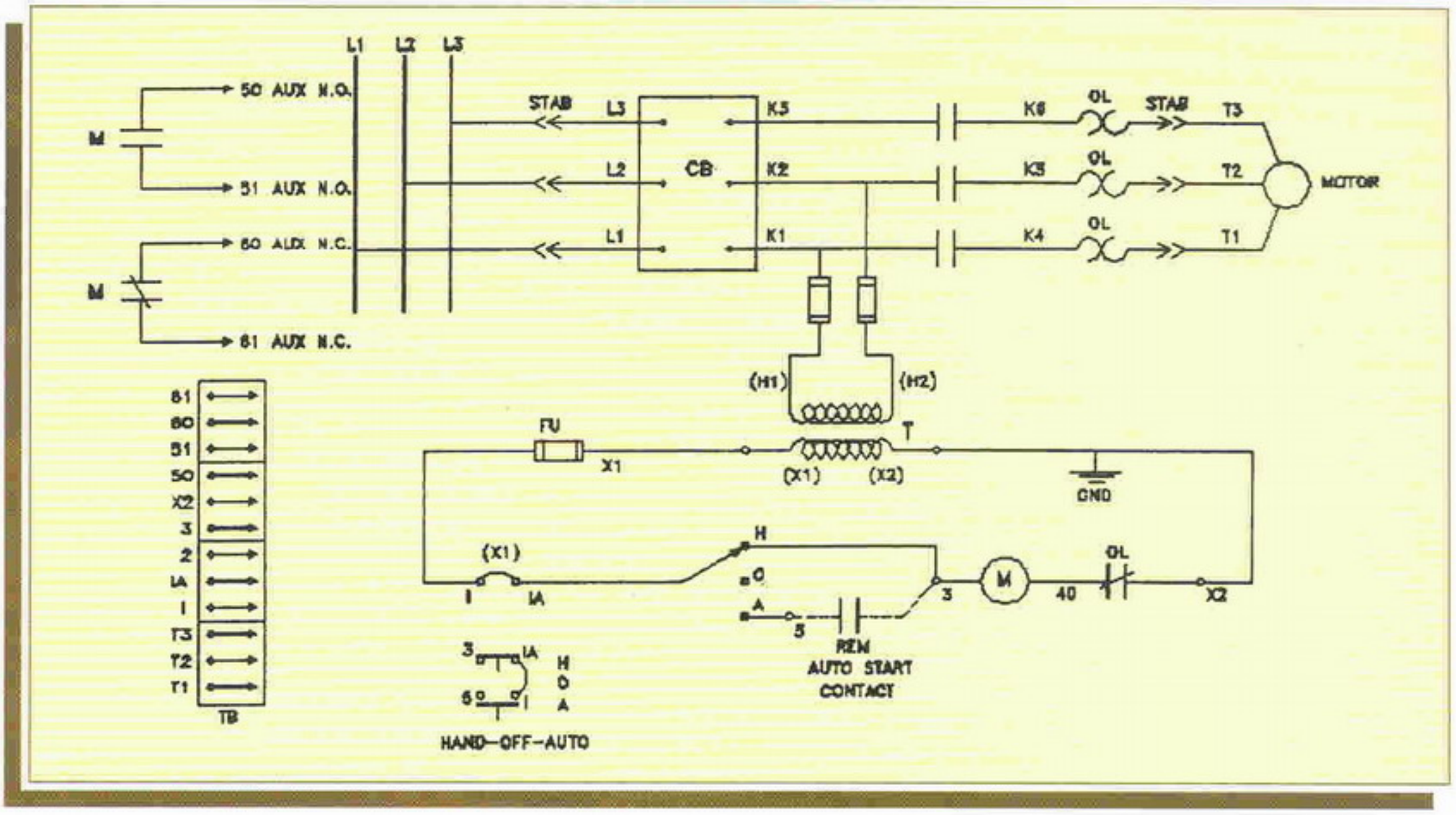


Figure 9: H.O.A control feeder

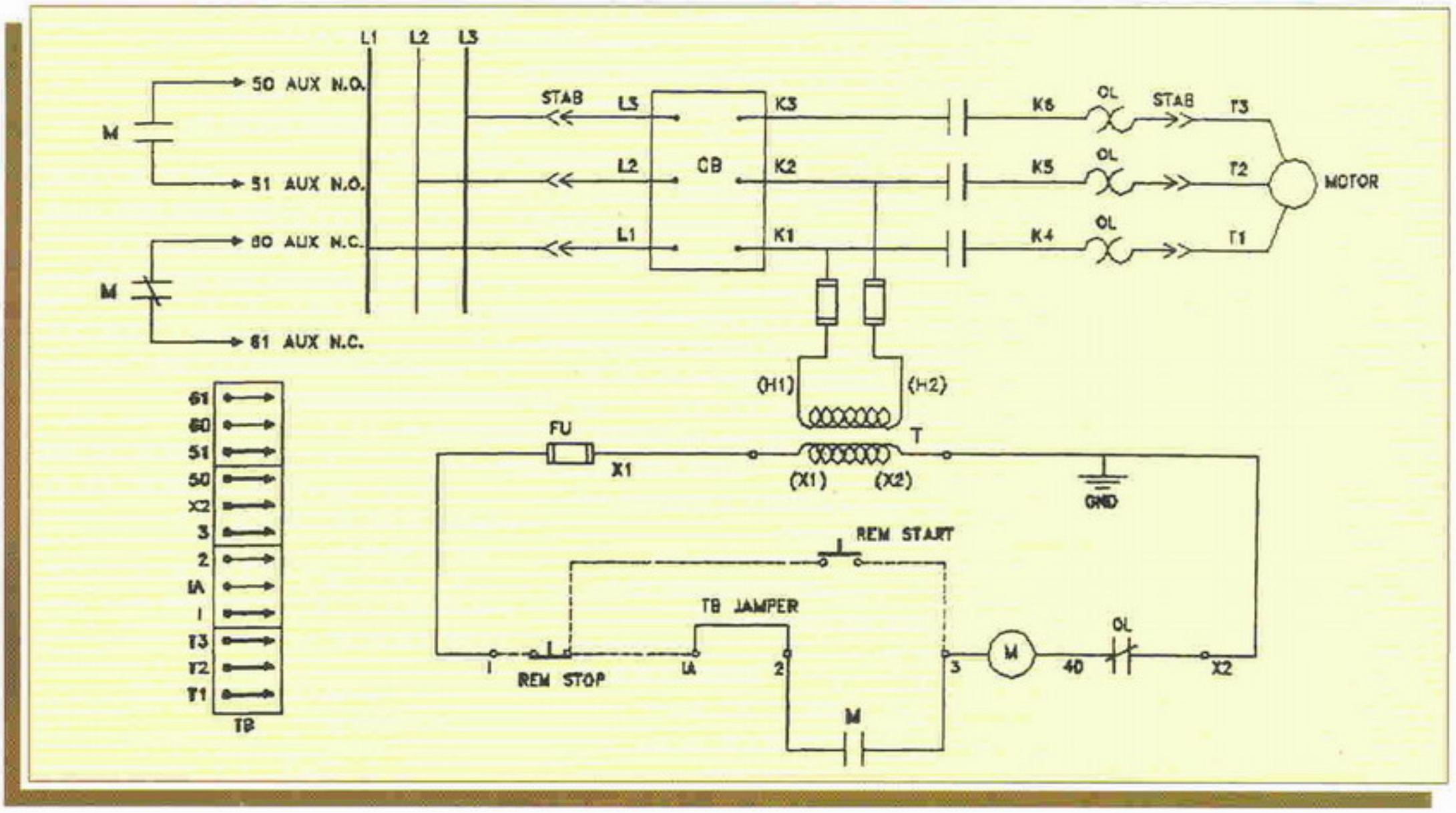


Figure 10 : S-S control feeder