راهنمای انتخاب موتور ژنراتور

و بوردهای کنترل

ویرایش سوم

۱۳۹۴

تقدیم

به استاد عزیزم جناب آقای مهندس نیک نامیان که راه گشای من در این رشته بودند.

مقدمه..... ۵
بار Load..... ۶
۱- بارهای اهمی Resistive Loads..... ۶
۲- بارهای القائی، سلفی Inductive Loads..... ۶
ژنراتور Generator..... ۷
الف: جزئیات و ضرائب توان ژنراتور power details..... ۷
۱- توان اصلی (نامی یا اولیه) Prime..... ۷
۲- توان موقت Standby..... ۷
۳- دمای محیط Ambient Temp..... ۷
۴- ارتفاع از سطح دریا Altitude..... ۸
۵- ضریب قدرت Power Factor..... ۹
۶- فیلترهای غبارگیر Air Filter..... ۹
ب- اطلاعات فنی ژنراتور Technical Data..... ۱۰
۱- سرعت یا دوران Speed-R.P.M..... ۱۰
۲- تکیه گاه رتور Bearing..... ۱۰
۳- فلنج و دیسک در اندازه استاندارد SAE..... ۱۱
۴- زغال دار Brushed..... ۱۱
۵- بدون زغال Brush Less..... ۱۱
الف- تغذیه تحریک از خود self Exited..... ۱۲
ب- تغذیه تحریک مجزا Separately Exited..... ۱۳
۶- ترانس Trans..... ۱۴
۷- رگلاتور ولتاژ Automatic Voltage Regulator..... ۱۴
موتور Engine..... ۱۵
الف: دائم Continuous..... ۱۵
ب: اصلی (نامی یا اولیه) Prime..... ۱۵
ج : موقت Standby..... ۱۵

۱- توربو شارژر یا سوپر شارژر Turbo Charger ۱۶
۲- اینترکولر یا افترکولر After cooler–Inter Cooler ۱۶
۳- رادیاتور Radiator ۱۷
۴- شرایط محیطیde – rating ۱۷
۵- گاورنر Governor ۱۷
الف: مکانیکی Mechanical ۱۷
ب: برقی Electrical ۱۷
ج: ECU -Electronic Control Unit ۱۸
۶- کن باس Can Bus ۱۸
۷- استاندارد فلنج و دیسک SAE ۱۹
۸- هوای ورودی Air inlet ۱۹
۹- فلایویل Flywheel ۱۹
تابلوهای کنترل Panel and Board Control ۲۰
۱- تابلوهای قدیمی: ۲۰
۲- تابلوهای رله تکنیک: ۲۰
۳- تابلو با بورد PLC : ۲۰
الف: بوردهای ATS بدون (Can Bus) : ۲۱
ب: بوردهای ATS دارای (Can Bus): ۲۱
ج: بوردهایSynchronising ۲۱
۱- بورد پارالل یک شهر و یک ژنراتور: ۲۱
۲- بوردهای پارالل چند ژنراتور: ۲۲
۳- بوردهای پارالل چند ژنراتور باهم و با برق شهر: ۲۲
۴- بورد پارالل یک گروه باگروهی دیگر ۲۳

مقدمه

مطالب این جزوه تجربه گرانبهای چندین ساله یک استاد کار می باشد که همواره با مشکل ارباب رجوع در ارتباط بوده و هر روز با سیستمی نیروی برق کارخانه یا مرغداری یا بیمارستانی را تامین کرده است. امید است مطالب این جزوه برای عزیزان و مهندسانی که در امور تامین برق اضطراری و ساخت تابلوهای برق و توزیع آن زحمت زیادی می کشند, مفید و موثر باشد.

هر چند گاه مشاهده می شود به علت عدم آشنایی با روشهای مقایسه و مفاهیم مولدهای برق و عدم شناخت کمیتهای کنترل آن دچار اشتباهاتی می شوند. با خرید مولدی بیش از مصرف که باعث افزایش هزینه های کلی خرید مولد و افزایش هزینه های مرتبط با حفاظت و کنترل آن و یا خرید مولدی کوچک که توان راه اندازی حتی بخشی کوچک از مجموعه را ندارد و در نتیجه عدم استفاده بهینه از آن باعث هدر رفتن سرمایه ملی می شود. بنابر این لازم است بررسی دقیقی انجام شود تا برای کار مورد نظر مولدی با کنترلی مناسب تهیه و نصب گردد.

امید است کلیه عزیزان و مهندسان صنعت برق با علاقه مندی و احساس مسئولیت شرعی و وجدانی برای حفاظت از سرمایه ملی و اموال هم میهنان اهتمام ورزند تا شاهد ارتقاء هر چه بیشتر سطح کیفی صنعت برق کشورمان باشیم.

مصطفی قاروبی (اشعری)

۱۳۸۸/۷/۲۸

مصادف با میلاد حضرت فاطمه معصومه (سلام الله علیها)

به نام خدا

بار Load

انتخاب توان ژنراتور نیازمند شناخت بار می‌باشد.

ثابت بودن بار ، متغیر بودن آن و همچنین ضربه زدن اولیه بعضی از بارها میتواند نوع ، تعداد و توان ژنراتور را معلوم نماید. بنابراین بارها را به دو دسته تقسیم می شوند:

۱- بارهای اهمی Resistive Loads

بارهایی که لحظه روشن شدن جریان زیادی ندارند. روشنائی، هیترهای صنعتی و الکتروموتورهایی که با درایو کنترل سرعت (inverter) کار می‌کنند، شامل این گونه بارها میشوند.

توان ژنراتور آنها را ۱۱۰٪ کیلووات مصرفی محاسبه می‌کنند.

۲- بارهای القائی، سلفی Inductive Loads

این بارها لحظه راه اندازی جریان زیادی می‌کشند و به سه دسته تقسیم می‌شوند:

الف: الکتروموتورهای کوچک و یا متوسط تا ده اسب بخار که مستقیم (D.O.L) راه اندازی می‌شوند.

قدرت ژنراتور را با توجه به ضریب همزمانی از یک ونیم الی سه برابر کیلووات مصرفی محاسبه می کنند.

ب: الکتروموتورهایی که به روش ستاره مثلث راه اندازی می شوند. (Star & Delta)

قدرت ژنراتور این بارها می‌بایست دو برابر مصرف کیلووات ورودی این الکتروموتورها باشد.

ج: الکتروموتورهایی که با راه انداز نرم روشن می شوند:

۱- الکتروموتورهای سیلیپ رینگ «رتور سیم پیچی شده» که راه اندازی آنها یک گروه مقاومت اهمی (در مدار رتور) می باشد و الکتروموتورهایی که برای راه اندازی آنها از اتوترانس استفاده شده ، توان ژنراتور این بارها یک و نیم برابر کیلووات مصرفی می‌باشد.

۲- الکتروموتورهایی که توسط سافت استارتر راه اندازی می‌شوند، معمولاً با دو و نیم برابر جریان آنها روشن شده، زمان راه اندازی به نوع الکتروموتور و بار بستگی دارد. این نوع بارها را یک و نیم تا دو برابر توان مصرفی شان، قدرت ژنراتور در نظر گرفته می‌شود. زمان و جریان راه اندازی در کلیه الکتروموتورهای فوق که بارهای القائی نام دارد، با نوع موتور و مقدار ممان اینرسی که در فلایویل موتور ذخیره شده، ارتباط مستقیم دارد.

ژنراتور Generator

ابتدا ژنراتورها را به دو دسته تقسیم می شوند:

الف: جزئیات و ضرائب توان ژنراتور power details

توان ژنراتور بستگی به زمان کارکرد دارد و به دو گونه معرفی شده است:

۱- توان اصلی (نامی یا اولیه) Prime

توان اصلی همان توان نامی می باشد و بر روی پلاک درج شده است. توان اصلی ژنراتور بستگی به شرایط محیطی (de rating) دارد که در فاکتورهای آن ضرب می‌شود.

۲- توان موقت Standby

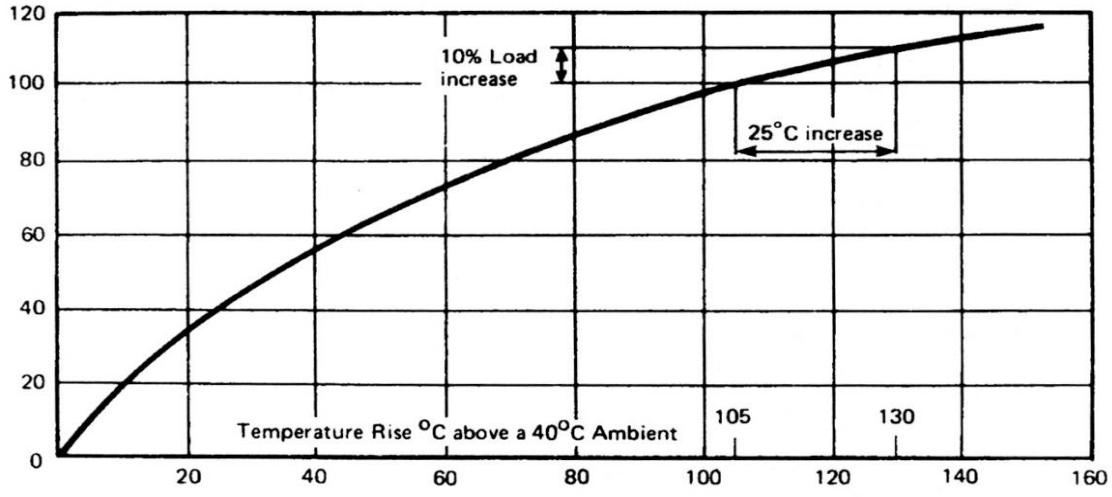
مقدار آن هر ۱۲ساعت ، یک ساعت ۱۱۰٪ بار نامی ژنراتور می‌باشد.

نکته: این مقدار ارتباط مستقیم با کلاس حرارتی عایق ژنراتور و شرایط محیطی (de rating) دارد.

۳- دمای محیط Ambient Temp

دمای محیط در گرم شدن سیم‌ها و عایق ژنراتور تاثیر مستقیم دارد. این عدد در پلاک درج شده است. لذا شرکت سازنده توان ژنراتور را در دمای محیط معین تضمین کرده است و برای دمای بالاتر فاکتورهائی در کاتالوگ آمده که با ضرب آن در توان نامی، توان جدید بدست می‌آید.

اگر درپلاک دمای محیط ۴۰ سانتیگراد برای توان نـامی ۲۰۰ کیلـو وات و بـرای ۴۲ سـانتیگراد فاکتور ۹۵٪ باشد، توان ۲۰۰ کیلوات را در ۹۵٪ ضرب می‌کنیم ، در نتیجه برای محیط ۴۲ سانتی گـراد توان ۱۹۰ کیلوات بدست می آید. البته کلاس عایق ژنراتور را نیز می‌بایست در نظر گرفت. مـثلاً بـرای دمای محیط ۴۰ سانتی گراد کلاس عایق H (۱۸۰سانتی گراد) بهتر است و برای محیط ۲۷ سـانتی گـراد کلاس F (۱۵۵سانتی گراد) مناسب می‌باشد.



GRAPH 1
Typical Temperature Rise Against Load Curve For Class 'F' Rated A.C. Generator

شکل شماره ۱

۴- ارتفاع از سطح دریا Altitude

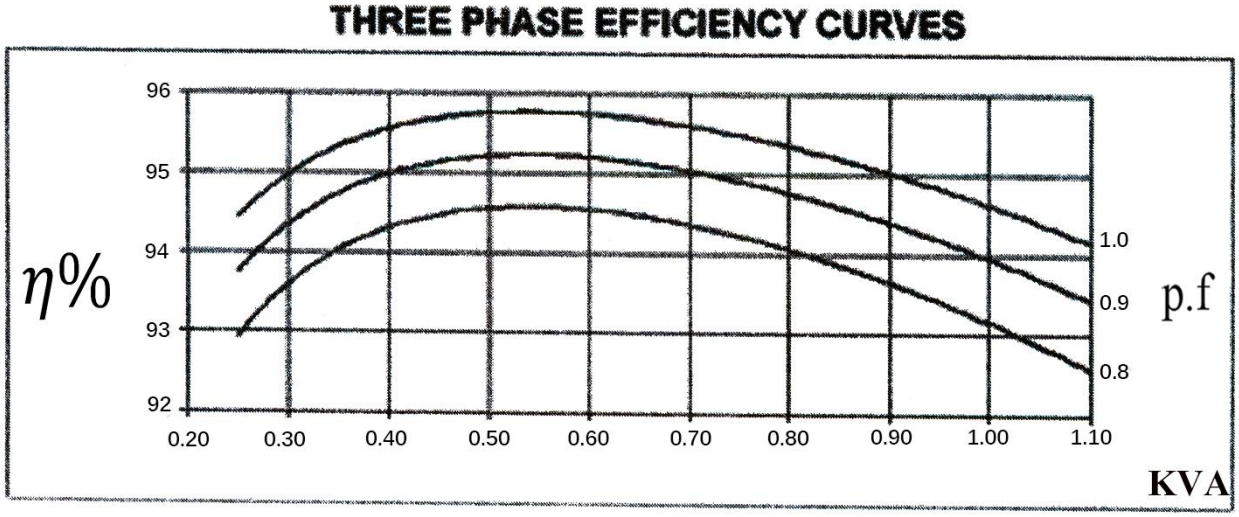
معمولاً برای ارتفاعهای بالاتر از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا فاکتورهایی تعیین می‌شود.

اصولاً جابجایی هوا توسط پروانه نصب در ژنراتورها انجام شده و مقـدار جابجـائی هـوا بـا متـر مکعب در دقیقه محاسبه می گردد. هر چه ارتفاع بیشـتر شـود، هـوا رقیقتـر و وزن حجمـی هـوا کمتـر می‌شود. به همین علت تأثیر مستقیم در گرمتر شدن سیم‌ها دارد. شرکت‌های سازنده فاکتورهـایی را در نظر گرفته اند که با ضرب آنها در توان نامی قدرت واقعی و موثر ژنراتور معلوم میگردد.

۵- ضریب قدرت Power Factor

کسینوس فی که برای اکثر ژنراتورها عدد ۰/۸ انتخاب می‌شود. چنانچه بار خازنی شود، ولتاژ بالا رفته و آسیب جدی به ژنراتور وارد می‌شود. اگر کسینوس فی کمتر از ۰/۸ شود، راندمان پایین می آید.

به شکل شماره ۲ توجه کنید.



شکل شماره ۲

۶- فیلترهای غبارگیر Air Filter

ورود گرد و غبار به داخل ژنراتور باعث بوجود آمدن عایق روی سیم پیچها و در نتیجه عدم تماس هوا با آنها شده و نهایتاً باعث گرم شدن تدریجی ژنراتور می‌شود.

برای جلوگیری از ورود گرد و غبار از فیلترهای خاصی (مانند فیلتر هود آشپزخانه) استفاده می‌شود. این فیلترها از جابجایی هوا جلوگیری کرده و خود باعث گرم شدن سیم‌ها می‌شوند. برای این فیلترها فاکتورهایی توسط شرکت سازنده در نظر گرفته شده است.

می توان در صورت داشتن اتاق موتورخانه ، فیلترها را از روی ژنراتورها باز کرد و با ساخت درب ورودی با مساحت بزرگتر و نصب نمودن فیلتر با ابعاد بیشتر، کمبود هوا را جبران نمود.

ب- اطلاعات فنی ژنراتور Technical Data

می بایست نوع فنی ژنراتور را به گونه ای انتخاب کرد که جوابگوی نیازهای بار و کنترل آن را داشته باشد.

۱- سرعت یا دوران Speed-R.P.M

تعداد قطب ژنراتورها معمولاً ۴ قطب، در۵۰ هرتز ۱۵۰۰ دور می‌باشد. چون موتورهای دیزل (کمتر از ۲/۵ مگاوات) در دورهای ۱۵۰۰ یا ۱۸۰۰(R.P.M) راندمان بالاتری دارند. اما در ژنراتورهای توان بالا (بیشتر از۳ مگاوات) چون دائم کار میباشند، معمولاً با قطب بیشتر یعنی دور پایین تر ساخته می‌شود.

۲- تکیه گاه رتور Bearing

یک سر بلبرینگ (Single Bearing) و یا دو سر بلبرینگ (Two Bearings) بودن رتور، تاثیرزیادی در هزینه نگهداری دارد. در صورت داشتن درب جلو که دارای بلبرینگ است و در زمان نصب شدن با موتور نیاز به کوپله و واسطه کوپله دارد. هزینه نگهداری و بازدید دوره ای آن نیاز به داشتن متخصص و در زما نهای تعویض لاستیک کوپله و گریس کاری بلبرینگ جلو و تعویض آن نیاز به هزینه های تعمیرات دارد.

لذا بهتر و منطقی تر آن است که یک سر بلبرینگ (Single Bearing) انتخاب شود و با حذف کوپله و واسطه کوپله، ژنراتور بهتر نصب شده و هیچگونه هزینه نگهداری را تحمیل نمی کند. بلبرینگ عقب که در دسترس بوده و اندازه آن از بلبرینگ جلو کوچکتر هست و هر ۵۰۰۰ ساعت الی ۱۰۰۰۰ ساعت ، در حدود ۲۰ الی ۵۰ گرم گریس نیاز دارد .البته این مقدار نسبت به اندازه بلبرینگ می تواند متفاوت باشد.

۳- فلنج و دیسک در اندازه استاندارد SAE

فلنج‌های جلوی ژنراتور در ابعاد مختلفی ساخته می‌شوند. اندازه فلنج ، دیسک و فاصله پایه تا شفت در سایزهای مختلف که به SAE مشهور است و در کوپله شدن با موتور در توان‌های مختلف ، از اهمیت زیادی برخوردار است. اندازه ژنراتورها و آزمایشهای آنها با استانداردهائی تعریف ، ساخته و تست می‌شوند ، که در ذیل به نام استانداردهای جهانی اشاره شده است.

1. IEC34-1	3. BS5000-99	5. CSA C22-2	7. NF C51-100
2. NEMA-MG1-22	4. VDE0530	6. AS1359	

۴- زغال دار Brushed

در ژنراتورهای زغالی نگهداری (PM) از اهمیت زیادی برخوردار است. اولاً تماس زغال با رینگها گرمای زیادی تولید می‌کند، ثانیاً زغالها احتیاج به بازدید دوره ای متخصص دارد، ثالثاً خریداری زغال وتعویض آن مستلزم هزینه است.

کنترل ولتاژ تحریک از طریق زغال به رتور مستقیماً توسط بورد یا ترانس انجام میشود. این کنترل کننده ها بعلت جریان زیاد تحریک بهای آنها سنگین است.

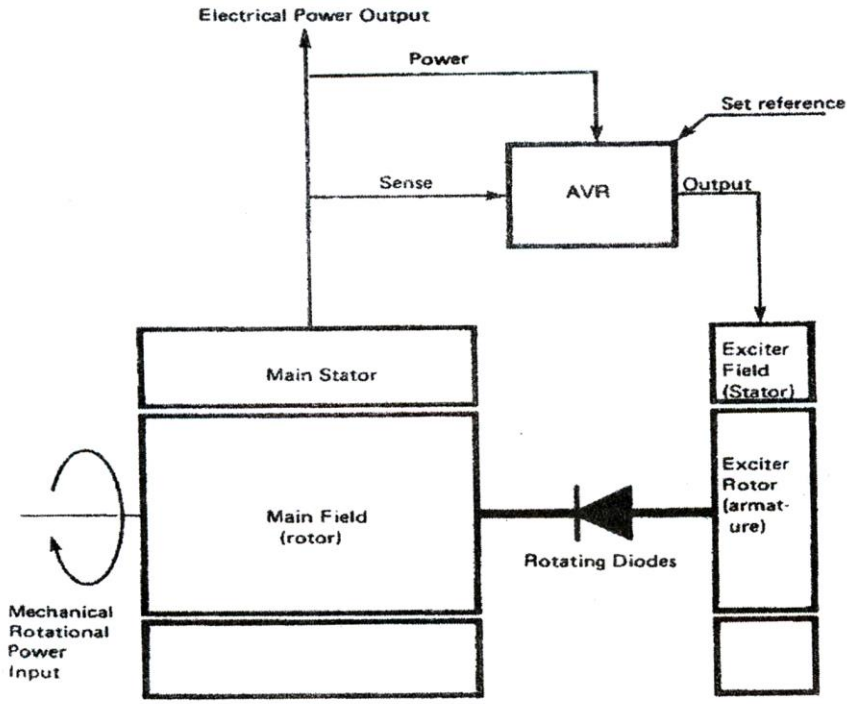
۵- بدون زغال Brush Less

دراین نوع ژنراتورها از انتقال ولتاژ به رتور بزرگ، از ژنراتوری کوچک (Exciter) جهت تحریک استفاده میشود. با کنترل قطب ژنراتور کوچک، خروجی ژنراتور بزرگ نیز کنترل میشود و در نهایت هم کنترل کننده کوچک شده و از زغال و هزینه‌های آن خبری نیست.

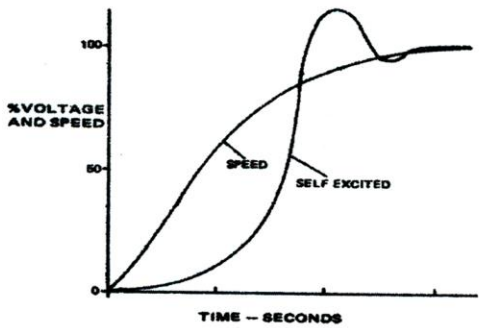
در این ژنراتورها دو نوع تحریک کننده وجود دارد:

الف- تغذیه تحریک از خود self Exited

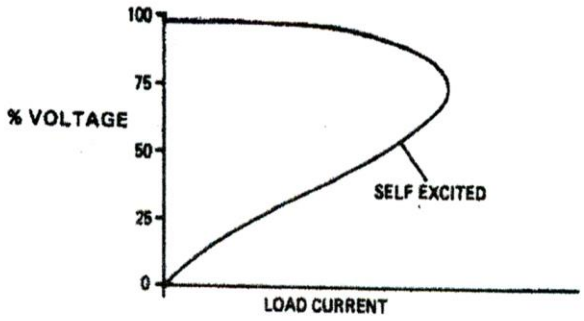
در این نوع ژنراتورها ولتاژ حساسیت (Sense) و تغذیه تحریک (Power) از استاتور اصلی استفاده شده است (شکل الف). در زمان روشن شدن ولتاژ دیرتر بالا آمده (شکل ب) و در مواقع اتصال کوتاه و یا بارهائی که راه اندازی آنها جریان زیادی بخواهد ، ولتاژ افت می‌کند (شکل ج).



الف



ب

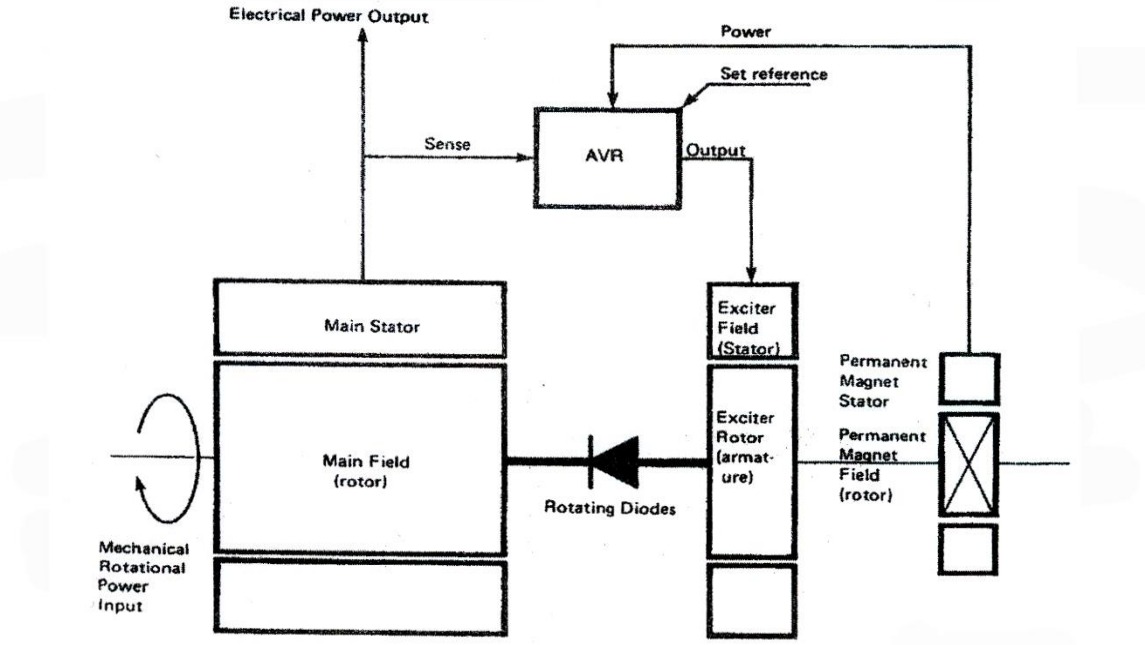


ج

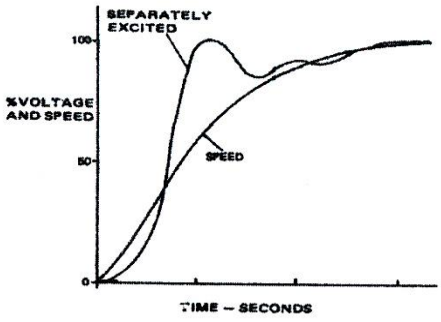
شکل شماره ۳

ب- تغذیه تحریک مجزا Separately Exited

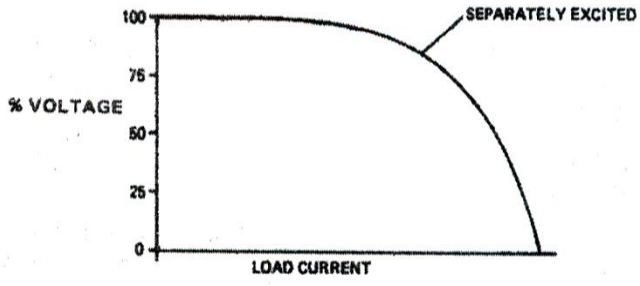
در این نوع ژنراتور ولتاژ حساسیت (Sense) از استاتور اصلی گرفته شده، اما تغذیه تحریک (Power) از ژنراتور کوچک (P.M.G) تغذیه میشود. این ژنراتور در قسمت عقب ژنراتور اصلی تعبیه شده و رتور آن آهنربای دائم می‌باشد (شکل الف). در زمان روشن شدن ولتاژ زودتر از نمونه قبلی بالا آمده (شکل ب) ، و در بارهای شدید ، ولتاژ کمتر افت می کند (شکل ج).این نوع تحریک کننده‌ها مرغوب می‌باشند ، البته رگولاتور ولتاژ (AVR) آنها خاص می‌باشد.



الف



ب



ج

شکل شماره ۴

کنترل کنندههای ولتاژ ژنراتور دو نوع میباشند. نوع اول (ترانس)در ژنراتورهای زغال دار مرسوم بوده و در ژنراتورهای بدون زغال از نوع دوم(AVR) استفاده می شود.

۶- ترانس Trans

بوسیله ترانس سلف ولتاژ را ثابت نگه داشته و در صورت مصرف از ژنراتور افت ولتاژ توسط ترانس جریان جبران می‌شود.

اینگونه کنترل کننده ها تا قبل از سال ۱۹۹۵ معمول بوده و سپس همه ژنراتورها بدون زغال طراحی شده و از رگولاتور (AVR) استفاده می‌کنند.

۷- رگلاتور ولتاژ Automatic Voltage Regulator

رگولاتورها به چند نوع تقسیم می‌شوند:

دسته اول فقط به افت ولتاژ حساس بوده ، سپس ولتاژ را اصلاح کرده و نسبت به افت فرکانس واکنشی نشان نمی دهند. با تزریق کردن ولتاژ و جریان به اکسایتر هنگام افت فرکانس غالباً رتور سوخته و به مصرف کنندههای القایی و یا سلفی آسیب میرساند.

دسته دوم تغییرات ولتاژ را تصحیح کرده و در صورت افت فرکانس با شیب خاصی متناسب با فرکانس ولتاژ را کم نموده و از سوختن مصرف کننده‌ها و رتور جلوگیری می‌کند.

در دسته سوم از رگولاتورها ورودی آنالوگ با نام input reference وجود دارد. با این ورودی می توان از برد دیگری فرمان تغییرات ولتاژ را داد. یک ورودی دیگر با نام droop kit وجود دارد. دروپ کیت یک نوع ترانس جریان می‌باشد و زمانی که ژنراتورها با هم پارالل می‌شوند، با دروپ کیت می‌توان ضریب قدرت را کنترل کرد.

موتور Engine

قدرت موتور به دوگونه عنوان می‌شود: Gross Power و Net Power.

قدرت غیرخالص(Gross Power): به قدرت موتوری می‌گویند که توان مصرفی پروانه آن کم نشده باشد. مثلاً قدرت غیرخالص ۱۲۵ اسب بخار باشد و توان مصرفی یک پروانه رادیاتور و یا یک واتر پمپ اضافی (جمعاً ۱۰ اسب بخار) از توان غیرخالص کم کنیم ، قدرت خالص در فلایویل ۱۱۵ اسب بخار می شود. این قدرت خالص (Net Power) نامیده می‌شود.

در بعضی ازموتورها Net Power را with fan ، و Power Gross را without fan و یا bhp می نامند.

شرایط کارکرد:

الف: دائم Continuous

کارکرد موتورها در دائم کار ۷۰٪ نامی (Prime) می‌باشد. یعنی اینکه بار ثابت بوده و هیچ تغییری نکند.

ب: اصلی (نامی یا اولیه) Prime

این کارکرد به این معناست که بار موتور از ۷۰٪ تا ۱۰۰٪ متناوباً در نوسان باشد ، مثلاً اگر توان نامی (Prime) موتور ۱۰۰ کیلووات و بار دائم (Continuous) موتور ۷۰ کیلووات باشد ، از ۷۰ کیلووات به بالا تا مرز ۱۰۰ کیلووات بار جدیدی اضافه و بعد از دقایقی خاموش شود. این کار متناوباً و بدون محدودیت در دفعات میتواند اتفاق بیافتد.

البته تناوب بار با بالا رفتن دمای آب موتور و دمای سیم پیچی ژنراتور ارتباط مستقیم دارد.

ج : موقت Standby

کارکرد موتور در کار موقت هر ۱۲ساعت یک ساعت ، با بار ۱۱۰٪ نامی (Prime) می‌باشد. کلیه موارد فوق که شرایط کارکرد نامیده می‌شود، بستگی به دمای آب موتور ، دمای سیم پیچی ژنراتور ، عمر موتور ، نظر متخصص و مکانیک دارد.

۱- توربو شارژر یا سوپر شارژر Turbo Charger

توربو شارژر دارای دو قسمت می‌باشد. قسمت اول (معمولا چدن است) به پنجه اگزوز (Exhaust Manifold) وصل می‌شود .

با خارج شدن دود از موتور، وارد قسمت اول توربوشارژ شده و با چرخاندن پروانه ، دود از توربو شارژر خارج می شود. اصطلاحاً یک انرژی مکانیکی از آن گرفته شده و از این انرژی جهت چرخاندن پروانه دیگری در قسمت دوم (معمولا آلومینیوم می باشد) استفاده میشود. گردش پروانه در قسمت دوم باعث مکیدن هوای تازه از هواکش و راندن آن با فشار مضاعف تری داخل موتور می گردد. در نتیجه موتورهایی که داری توربوشارژر هستند، بعلت فشرده شدن هوا در محفظه احتراق، قدرت بیشتری دارند وحجم آنها نسبت به موتورهای بدون توربو کمتر است.

موتورهایی که دارای توربو شارژر هستند، در کارکتر تیپ موتور علامت اختصاری T قبل از کد حجمی می‌آید. مانند(TD520). علامت D به معنای سوخت موتور، دیزلی یا گازوئیلی می‌باشد.

۲- اینترکولر یا افترکولر After cooler-Inter Cooler

دو نوع خنک کننده هوا وجود دارد:

نوع اول: درموتورهای توربو شارژر، هوا بعلت فشرده شدن گرم شده (حدود ۱۲۰ سانتیگراد) و باعث کم شدن وزن حجمی (air density) می‌شود. لذا بعد از خروج از توربو وارد رادیاتور خنک کننده هوا (Inter Cooler) شده و بعد از خنک شدن ، داخل محفظه منفول(Air Manifold) می‌شود. این نوع را air to air یا Inter cooler می‌نامند.

نوع دوم: هوا بعد از خروج از توربو وارد محفظه ای دوجداره می‌شود که در آن از آب استفاده شده و هوا را خنک کرده ، سپس وارد موتورمی‌شود. این نوع را water to air یا After cooler می‌نامند، در موتورهای قدیم تر موجود بوده، بعد از تغییرات چشمگیر در موتورهای جدید بکار برده شده است.

درکاراکتر نوع اول ، با علامت اختصاری A مانند TAD520 ودر کاراکتر نوع دوم، با علامت w مانند TWD1643 نوشته می‌شود.

۳- رادیاتور Radiator

رادیاتور موتورهایی که در دمای محیط ۲۷ سانتیگراد کار می کنند با ابعاد کوچکتر(Standard) طراحی شده و موتورهایی که در دمای محیط ۴۰ سانتیگراد کار می کنند ، رادیاتور آنها بزرگتر یا استوایی(tropical) طراحی می‌شود. معمولاً دوام آنها تا دمای محیط ۵۵ سانتیگراد می‌باشد.

۴- شرایط محیطیde – rating

ضریب شرایط محیطی موتور (مانند ژنراتور) در کاتالوگ آمده است. این شرایط مانند دما ، ارتفاع از سطح دریا و رطوبت می بایست اندازه گیری شود، تا در کارکرد موتور اخلال ایجاد نکند.

۵- گاورنر Governor

گاورنر از اصلی ترین اجزای موتور و تنظیم کننده دور موتور است . از آنجا که ژنراتورها باید فرکانس ثابتی داشته باشند و ثبات فرکانس ژنراتور ارتباط مستقیمی با ثبات دور موتور دارد، در نتیجه نیاز به دستگاهی هست که دور موتور را ثابت نگه دارد.

تثبیت دور موتور به سه روش انجام می‌شود:

الف: مکانیکی Mechanical

در داخل این گاورنرها وزنه هایی می‌باشند که با تغییر دور بر اثر نیروی گریز از مرکز و با نصب فنر در داخل آن ،کنترل دور موتور را بر عهده دارند. تقریباً دور را ثابت نگه داشته ولی استهلاک آنها زیاد است.

ب: برقی Electrical

این گاورنرها دارای چندین اجزا می‌باشند:

۱- بوبین متغیر(Actuator) که کنترل سوخت را برعهده دارد.

۲- سنسور(Pickup) که بر روی پوسته فلایویل نصب شده و اطلاعات دور موتور را از طریق شمردن دندههای فلایویل به بورد منتقل می‌نماید.

۳- بورد کنترل (G.A.C) اطلاعات دور را از طریق سنسور دریافت کرده و با تغییرات ولتاژ بوبین متغیر دور را کنترل کرده و ثابت نگه می‌دارد. این کنترل کننده‌ها دارای ورودی آنالوگ (input reference) هستند و از تابلوهای کنترل دیزل ژنراتور فرمان تغییرات دور را می‌پذیرند.

ج: ECU -Electronic Control Unit

این کنترل کننده‌ها از سال ۲۰۰۰ میلادی به بعد در اکثر موتورها تعبیه شده و با کلیه سنسورهایی که بر روی موتور نصب شده در ارتباط بوده و کنترل کامل موتور را برعهده دارد. یعنی تمامی آلارمها و شات دان‌ها و خاموش ، روشن نمودن موتور را کنترل نموده و در صورت امکان از طریق دیتا کلیه عملیات را راه بری نماید.

رابطه این دیتا ازطریق درگاهی با نام J1939 Can Bus ویا RS485 می‌باشد.

۶- کن باس Can Bus

کن باس پروتکلی است مبتنی بر دو سیم، که اطلاعات موتور را به کنترلر خارجی منتقل کرده و خواسته‌های کنترلر خارجی را به ECU انتقال می‌دهد. با این درگاه می‌توان موتور را با سیم های کمتری روشن و خاموش کرد. دور موتور را نیز کنترل نموده و کلیه پارامترهای موتور را نمایش داد. همچنین می توان در زمان پارالل، موتور را کاملاً تحت کنترل داشته و بار را دلخواه وارد مدار و یا خارج نمود.

کن باس‌ها با کد J1939 وJ1875 می‌باشند. کن باس با کد اولی جهت روشن و خاموش نمودن موتور، تغییرات دور و دیدن پارامترها میباشد. کن باس کد دوم جهت ورود به اطلاعات و تعمیرات موتور می‌باشد که خدمات آن با ابزار خاصی (inter face) و یا (Vodia) توسط نمایندگی شرکت سازنده موتور ارائه می‌شود.

در بعضی از موتورها بجای کن باس از درگاه دیگری (RS485) استفاده می کنند. البته با بوردهای کنترلر که در تابلو نصب می‌شوند، می‌توان با همه اینها کار کرده و قابلیت پذیرش هر نوع موتور با هر توان را دارا می‌باشند.

۷- استاندارد فلنج و دیسک SAE

فلایویل موتور با اندازه و قطرخاصی تولید می‌شود که شرکت کوپله کـار و درخواسـت کننـده از استانداردهای جهانی که در مبحث ژنراتور گذشت ، میبایست مطلع باشند.

۸- هوای ورودی Air inlet

مقدار هوای ورودی بدون هیچ مقاومتی می‌بایست وارد موتورخانه شده تا مصـرف موتـور و فـن رادیاتور را تأمین نماید. اگر هوای داخل موتور خانه با فشارسـنج (Barometer) انـدازه گیـری شـود، بـا فشار خارج موتورخانه مطابقت داشته و جدا از شرایط محیطی دچار کمبود هوا نشود.

چنانچه در محاسبه کانال ورودی اشتباهی رخ دهد، عدم رسیدن هوا به موتـور باعـث افـت تـوان شده و همچنین نرسیدن هوای کافی به رادیاتور، موجب گرم شدن موتور می‌شـود، و خسـارات جبـران ناپذیری متوجه موتور و مصرف کننده‌ها می‌شود.

۹- فلایویل Flywheel

تقریباً بعد از سال ۲۰۰۰ میلادی اکثر موتورها با گاورنر الکترونیکی تولید شده‌اند. علت استفاده از گاورنر الکترونیکی این است که دقت کنترل به ۰,۰۱ هرتز در ثانیه برسد. برای این کار وزن فلایویل‌هـا را کم نموده و بجای آن دقت در کنترل دور بیشتر شده است. کم شدن وزن فلایویل، باعـث کـم شـدن ممان اینرسی می شود. مقدار انرژی ذخیره شده در فلایویل، با مجذور دور ارتباط مسـتقیم دارد. نتیجتـاً در بارهای لحظه ای و یا مصرف کننده هایی که در لحظه ی استارت جریان زیادی مـی‌کشـند، موجـب افت دور(افت فرکانس در ژنراتور) در موتورها و افت ولتاژ در ژنراتورها شده و باعث خـاموش شـدن تابلوها و قطع کنتاکتورها می‌شوند. لذا برای راه اندازی یک الکتروموتور ۱۰۰کیلووات، می‌بایسـت یـک موتور ژنراتور ۲۰۰ کیلووات تهیه نموده و موجب هزینه اولیه زیادی می‌باشد.

در موتورهای امروزی جدید، از ۲۵۰ کاوا تا ۶۷۰ کاوا دیسـک و فلایویـل آنهـا یکسـان بـوده و دارای استاندارد SAE1 می‌باشند.

در موتور ژنراتورهای ۲۵۰-۳۰۰-۳۵۰-۴۰۰-۴۵۰-۵۰۰-۵۵۰-۶۰۰-۶۷۰ کاوا، ممان اینرسی در فلایویل تقریبا یکسان می‌باشد. چنانچه یک الکتروموتور ۱۵۰ کیلووات را توسط هر یک از ژنراتورهای نه گانه فوق راه اندازی کنیم، افت سرعت در تمامی آنها تقریبا یکسان می باشد.

برای جبران آن دو راه وجود دارد:

اولاً به جای ستاره مثلث و یا سافت استارتر از درایو استفاده کنیم.

ثانیاً به جای یک ژنراتور ۵۰۰ کاوا ، دو ژنراتور ۲۵۰ کاوا نصب شود. چون دو عدد فلایویل معادل چهار برابر یک فلایویل کارایی دارد.

به عنوان مثال در یکی از موتورخانه‌های سازمان آب قم امکان راه اندازی یک الکتروموتور ۲۰۰ کیلووات با سافت استارتر توسط یک موتور ژنراتور۳۲۰ کیلوات وجود نداشت ، اما با دو عدد موتور ژنراتور ۳۲۰ کیلووات به راحتی سه عدد الکتروموتور ۲۰۰ کیلووات به نوبت راه اندازی شد.

تابلوهای کنترل Panel and Board Control

تابلوهای کنترل به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱- تابلوهای قدیمی: بوسیله سویچ ، دیزل را استارت زده و با نشان دهنده‌های عقربه ای می توان مقدار دمای آب و فشار روغن را نمایش داد.

در نوعی دیگر از این تابلوها با تعبیه سنسورهای آب و روغن نیز می‌توان از موتور حفاظت نمود.

۲- تابلوهای رله تکنیک: تابلوهایی هستند که توسط برق کاران نیمه حرفه ای طراحی و ساخته شده وطبق نقشه ای که هر کدام در ذهن خود دارند، سیم کشی می‌کنند. این تابلوها معمولاً نقشه ی استانداردی ندارند و توسط تکنسین دیگری نمی‌توان عیوب آنرا برطرف نمود. با این تابلوها می‌توان موتور را اتوماتیک استارت زده ومانند مورد قبلی آب و روغن را حفاظت کرد.

۳- تابلو با بورد PLC : در این تابلوها میتوان آب ،روغن ،دور موتور(فرکانس)، جریان ،ولتاژ و توان را حفاظت نموده و به صورت اتوماتیک موتور را وارد مدار کرد.

این بوردها به چند دسته تقسیم می‌شوند:

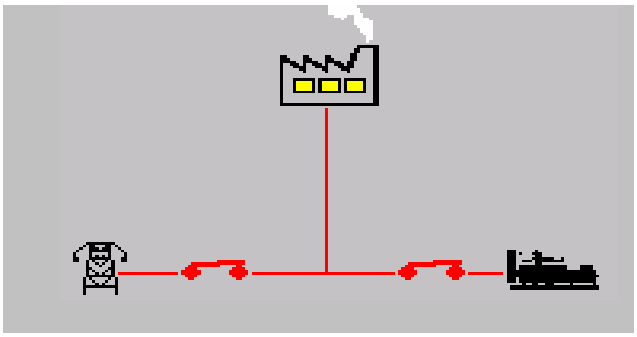
الف: بوردهـای ATS بـدون (Can Bus) : ابتـدا موتـور را روشـن نمـوده و بـا زمـان دلخـواه (Warming Time) برق وارد مدار شده و در زمان برگشت برق شهر ، کنتاکتور ژنراتور را قطـع کـرده و بعد از وصل کنتاکتور شهر و گذشت زمان (Cooling Time) موتور را می توان خاموش کرد.

ب: بوردهای ATS دارای (Can Bus): از طریق دیتا (Can Bus) میتوان موتور را روشن نمـوده و مانند مورد الف به صورت ATS وارد مدار کرد.

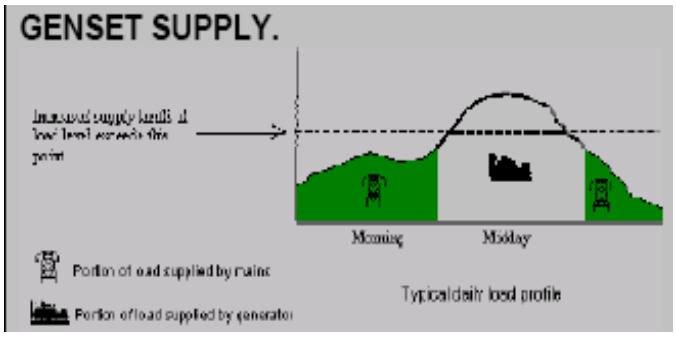
ج: بوردهای Synchronising دارای (Can Bus) ، (خروجی G.A.C) و (خروجی AVR):

۱- بورد پارالل یک شهر و یک ژنراتور:

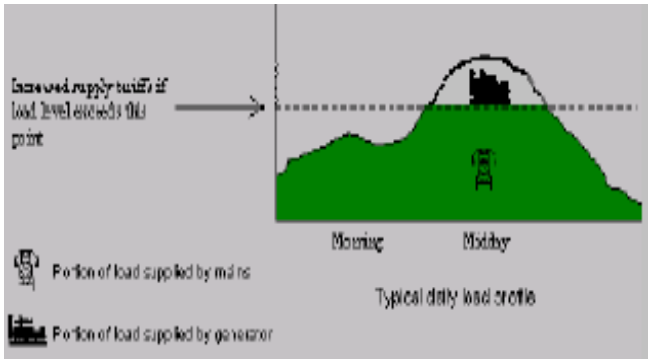
این بورد ابتدا موتور را روشن کرده و با کنترل فرکانس ،ولتاژ و هم فاز شدن با برق شهر، ژنراتور را به مصرف کننده وصل نماید (الف). با این بوردها می‌توان در زمان‌های پیک بـرق شـهر(ب)، یعنـی بین ساعت ۱۸ تا۲۳ و بدون قطعی (no break) ژنراتور را وارد مدارکرد. همچنین مـا بـین بـرق شـهر و ژنراتور تقسیم بار (load share) را انجام داد. به این معنا که مقدار کیلـووات شـهر(ج)، و یـا کیلـووات ژنراتور(د) را تعیین نمود. با بوردهای پارالل میتوان اصلاح ضریب قدرت کرد.



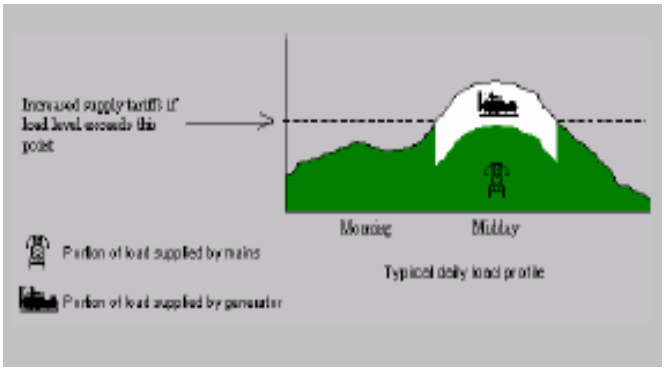
(الف)



(ب)



(ج)

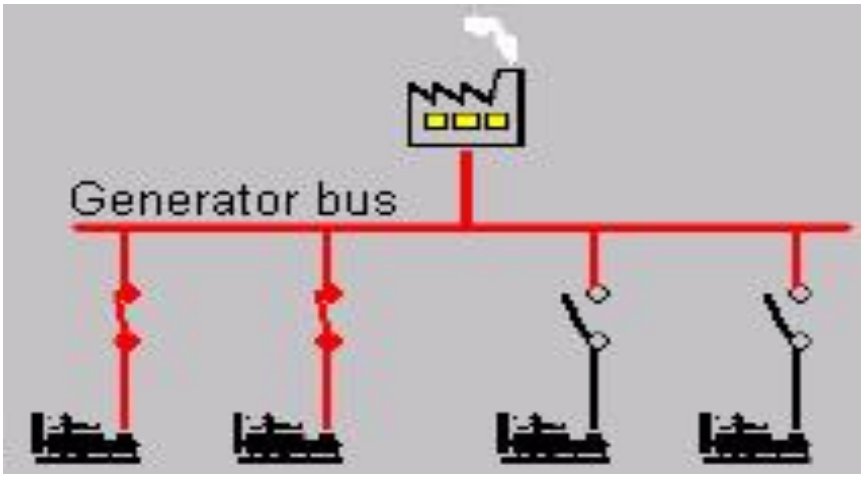


(د)

۲- بوردهای پارالل چند ژنراتور:

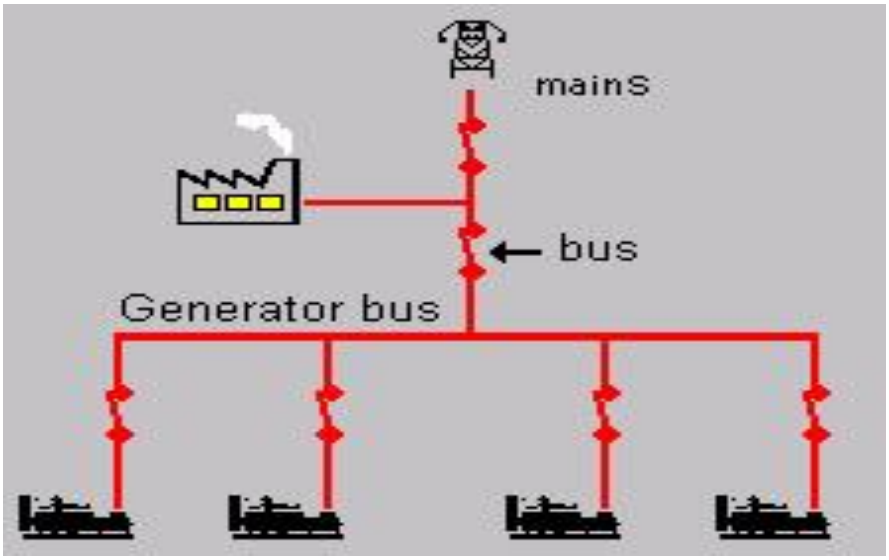
با این بوردها می‌توان چند ژنراتور را با هم پارالل کرده و در صورت نیـاز بـار از درگاههـایی کـه مخصوص خود بورد هستند MSC (Can Bus2)، به ترتیب ۳۲ ژنراتور را روشن ویا خاموش نمود.

برای این بوردها توان و یا نوع موتور ژنراتور محدودیت ندارد.



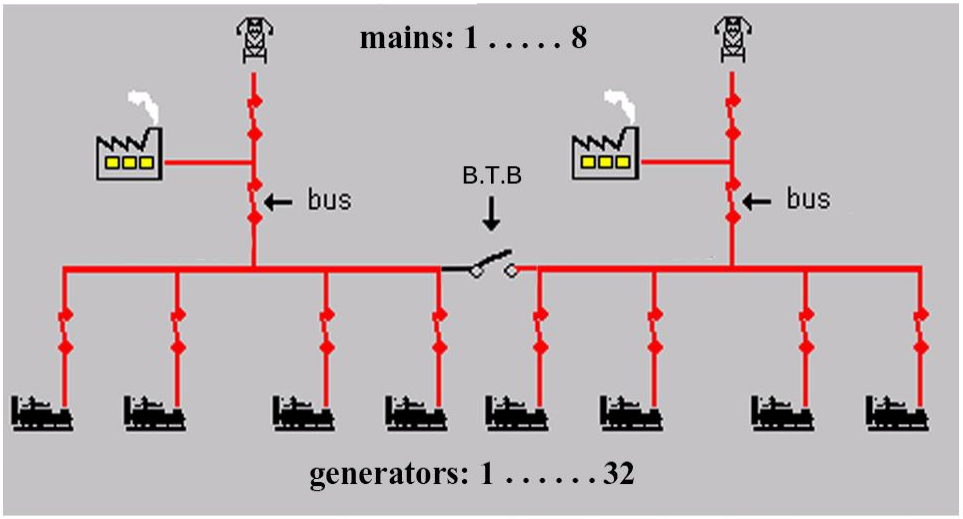
۳- بوردهای پارالل چند ژنراتور باهم و با برق شهر:

این بوردها مانند بوردهای (۲) باهم از طریق دیتا MSC (Can Bus2) وصل شده، و بعد از روشـن شدن ژنراتورها و پارالل نمودن آنها و در نهایت سنکرون کردن با برق شهر، دستور وصل به کلیـد BUS را داده و برق را به مصرف کننده منتقل نمود. در مواقع اضطراری انرژی را میتوان به شهر صادر کـرده و هزینه‌های اولیه خرید را کاهش داد. همچنین می‌توان یک نیروگاه محلی به راه انداخت. با ایـن بوردهـا می توان ۸ برق شهر را (مجزا) ، با ۳۲ ژنراتور پارالل کرد. پارالل کردن چند ژنراتور مزایای زیـادی دارد که یکی از آنها در بحث فلایویل گذشت.



۴- بورد پارالل یک گروه باگروهی دیگر (۸ برق شهر"مجزا" و ۳۲ ژنراتور) Bus-Tie Breaker :

با این بورد می توان ۸ برق شهر "مجزا" و ۳۲ ژنراتور را گروهی با گروه دیگر (مجموعا ۴۱ بورد) پارالل و تقسیم بار (Load Share) کرد.



همچنین می توان گروهی از ژنراتورها را با گروه دیگر (مجموعا۳۳ بورد) بدون برق شهر، سنکرون وتقسیم بار کرد.