

دوره آموزش

شناخت شبکه های الکتریکی برق

(تولید - انتقال - فوق توزیع - توزیع) (Power Network)

مجتمع عالی آموزشی پژوهشی آذربایجان

شماره 1399

مدرس دوره : امین صدیقی

لیسانس مهندسی برق از دانشگاه علم و صنعت و فوق لیسانس از دانشگاه صنعتی شریف

بازنشسته وزارت نیرو از برق منطقه ای فارس

مجری طرحهای دیسپاچینگ و مخابرات و فیبر نوری

مدیر بهره برداری انتقال برق شمال فارس - مدیر بهره برداری شمال شیراز - مجری طرح دیسپاچینگ انتقال و فوق توزیع برق فارس و بوشهر

مدرس دانشگاه در شیراز - (بهره برداری برق - نرم افزار مثلث در مهندسی برق - آمار و احتمالات مهندسی - کنترل پروژه - پستها و خطوط برق و .. - مهندسی صنایع و تحقیق در عملیات)

کارشناس رسمی دادگستری در رشته فن آوری اطلاعات و ارتباطات

www.aminsedighi.ir

sedighias220@yahoo.com

09397602588 : (بدون سیم کارت) telegram

شناخت تفاوت شبکه های ایزوله و بهم پیوسته

+ امتحان آخرین روز کلاس

اما هر پاداشی که زندگی به تلاشهایمان بدهد یا ندهد هنگامی که به پایان تلاشهایمان نزدیک میشویم هر کدامان باید حق آن را داشته باشیم که با صدای بلند بگوئیم " من آنچه در توان داشته ام انجام داده‌ام " لویی پاستور 1895

Sedighias220@yahoo.com

مقدمه:

انرژی الکتریکی یکی از انرژی‌هایی با مزایای خوب می‌باشد که از محل تولید تا مصرف راندمان بالایی دارد و به راحتی قابل تبدیل به دیگر انرژی‌ها می‌باشد

روش‌های تولید انرژی الکتریکی

1) سیم‌پیچ (هادی) و میدان مغناطیسی و حرکت بین هادی و میدان، باعث تولید انرژی الکتریکی در دو سر سیم می‌شود

ساخت سیم پیچ و میدان ساده ولی تولید حرکت در هر یک از این موارد ذیل پیچیدگی‌هایی دارد (مثل نحوه ایجاد حرکت در: دینام خودرو (باسوخت بنرین، گازوئیل، گاز) - دینام دوچرخه - ژنراتورهای دیزلی - توربین‌های نیروگاه فسیلی (گاز، گازوئیل) - توربین بخار - انرژی هسته‌ای - توربین بادی - توربین آبی - و ...)

2) تولید برق با استفاده از انرژی خورشید (تابش خورشید به صفحاتی با مواد مخصوص)

3) تولید برق با استفاده از فعل و انفعال شیمیایی (باتری)

4) تولید برق در ترموکوپل (حرارت به محل اتصال دو فلز غیر همنام)

5) تولید برق با کریستال پیزو الکتریک (ولتاژ زیاد و لحظه‌ای)

6) ...

از بین روش‌های فوق سه روش اول بیشترین کاربرد در زندگی بشر داشته است و روش اول تاکنون بیشترین استفاده را در تامین برق مصرف کنندگان داشته است

با توجه به عدم تمرکز مصرف کنندگان و تلفات انرژی از تولید تا مصرف، نیاز به تولید برق در حوالی شهرها و جنب صنایع بزرگ به روش اول مطرح می‌گردد تا انتقال برق بنحویکه کمترین تلفات را داشته باشد مقرون به صرفه باشد، تا انرژی تولید شده و به مصرف کننده تحویل گردد. برای کم کردن تلفات خط، کاهش مقاومت سیم انتقال دهنده برق و بزرگ کردن سطح مقطع سیم و کاهش طول سیم و کاهش جریان در طول خط انتقال مطرح می‌شود برای نیل به این اهداف، نیاز به احداث ایستگاه برق افزاینده ولتاژ جنب نیروگاه و کاهنده ولتاژ جنب مصرف کننده و نیاز به خط انتقال برق با ولتاژ بالا می‌باشد.

ولتاژ بالا در ایستگاه برق نیاز به تجهیزات گرانیقیمت ترانسفورماتور و کلید و تجهیزات اندازه‌گیری و حفاظتی دارد. ولتاژ بالا در خط انتقال نیاز به طراحی و ابزار و وسائل خاص دارد.

$$P = V.I = ZI^2 \cong RI^2 = p \frac{L}{A} * I^2$$

در این جزوه به بررسی مقررات بهره برداری ایستگاه انتقال می‌پردازیم.

ضریب دمایی α در دمای 20°C بر حسب 1-°C	مقاومت ویژه ρ در دمای 20°C بر حسب $\mu\Omega \cdot \text{cm}$	
0.0039	2.83	آلومینیوم
0.0020	6.4-8.4	برنج
0.00382	1.77	مس آنیل شده
0.00393	1.72	مس سخت
0.0050	10.0	آهن
0.0038	1.59	نقره
0.001-0.005	12-88	فولاد

شناخت شبکه های الکتریکی

آشنایی با انواع مطالعات در شبکه های الکتریکی

برای بهینه سازی و صرفه جویی در طراحی و نصب و بهره برداری سیستم برق قدرت مطالعات متعددی صورت میگیرد

مطالعه طرح جامع سیستم برق و طراحی و تعیین پارامترهای مهم تجهیزات

مشخص کردن آرایش شبکه
نحوه اتصال تجهیزات ترانسفورماتورها و ژنراتورها و ..
تعیین پارامترهای شبکه
در مدار قرار گرفتن ژنراتورها و وصل آن به شبکه و اثر هر تجهیز

مطالعه و تحلیل اتصال کوتاه سیستم قدرت Short Circuit Study And Analysis

تحلیلهای حفاظتی اتصال کوتاه
مدلسازی
بهینه سازی سیستمهای حفاظتی

هماهنگی رله های حفاظتی Protection Relay And Device Coordination

تنظیم و هماهنگی مناسب رله ها
کاهش اثرات حوادث

مطالعه و پخش بار و جریان گذرا

تامین بار مناسب سیستم

تجزیه و تحلیل هارمونیک Harmonic Analysis

جلوگیری از گرم شدن ترانسفورماتور
کاهش تلفات عایقی
جلوگیری از کاهش راندمان

اندازه گیری و کاهش کیفیت توان

با استفاده از تحلیل هارمونیک ها کیفیت توان و انرژی الکتریکی مورد بررسی قرار میگیرد

مطالعات بازار برق Electricity Market

مطالعه فلش قوسی ARC Flash Study

بررسی جریان اتصال کوتاه جریان اتصال زمین
زمان این اتصال
انرژی این اتصال
انرژی از دست رفته
کاهش سطح و عمق نفوذ و گستردگی اتصال

تحلیل خطا

بررسی دلیل رخداد خطا

بررسی اثر متقابل بار (مصرف کننده) و شبکه (تولید کننده)

بررسی هزینه اتصال مشترک به شبکه

طراحی و تحلیل شبکه اتصال زمین

بررسی اینکه بعد از حادثه ولتاژ گام (ولتاژ بین دو پا) و ولتاژ لمسی (بین پا و دست) تطابق با استاندارد دارد
مقاومت ماسه و خاک - عمق شبکه - اندازه هادی - رطوبت

مطالعه خازن گذاری در پستهای شبکه برق

مطالعه خطوط و پستهای (حساس) کلواکاه شبکه

مطالعه انرژی توزیع نشده

دستی - اتوماتیک - کمبود تولید



انرژی توزیع نشده بر حسب تعداد مشترکین

انرژی توزیع نشده بر حسب زمان قطع مشترکین

انرژی توزیع نشده بر حسب میزان انرژی توزیع نشده

انرژی توزیع نشده ناشی از شبکه انتقال دستی

انرژی توزیع نشده ناشی از شبکه انتقال اتوماتیک

انرژی توزیع نشده ناشی از شبکه توزیع دستی

انرژی توزیع نشده ناشی از شبکه توزیع اتوماتیک

انرژی توزیع نشده ناشی از کمبود تولید

شاخص تعداد حوادث در سالهای مختلف

تعداد حوادث در صد عدد ترانس	مثلا آذربایجان 20	ایران 21
تعداد حوادث در صد کیلومتر خط	مثلا آذربایجان 1.8	ایران 0.8

مطالعه مصرف

نیاز مصرف (حداکثر بار همزمان - حداکثر بار غیر همزمان)

تاریخ:	۱۳۹۹/۰۶/۳۰	زمان:	۲۰:۲۳	نیاز مصرف:	۴۹۵۲۹ (مگاوات)
تاریخ:	۱۳۹۹/۰۶/۳۰	زمان:	۱۴:۴۳	نیاز مصرف:	۴۹۹۴۰ (مگاوات)

حداکثر بار همزمان :

در یک سیستم برق کاملاً بهم پیوسته ، حداکثر بار همزمان روزانه، هفتگی، ماهیانه، سالیانه عبارتست از مجموع بار مناطق در لحظه حداکثر بار سیستم به مگاوات در مواردیکه سیستم بهم پیوسته کل کشور را پوشش ندهد حداکثر بار همزمان از مجموع بار حداکثر شبکه بهم پیوسته و بار مناطق مجزا به مگاوات ، بطور همزمان بدست می آید . با توجه به اختلاف ساعت پیک در مناطق مختلف وابسته به یک سیستم سراسری بهم پیوسته ،حداکثر بار همزمان کمتر از جمع بار حداکثر مناطق می باشد .

حداکثر بار غیر همزمان :

عبارت از مجموع بیشترین بارهای مصرف شده در مناطق مختلف کشور در یک دوره زمانی معین است. بیشترین بارهای مناطق، لزوماً همزمان نیستند.

مطالعه میانگین میزان تحصیلات :

عبارت است از میانگین وزنی میزان تحصیلات پرسنل هر شرکت که با اعمال ضرایب ۹ سال برای زیر دیپلم ، ۱۲ سال برای دیپلم ، ۱۴ سال برای فوق دیپلم ، ۱۶ سال برای لیسانس ، ۱۸ سال برای فوق لیسانس و ۲۲ سال برای دکترا محاسبه می گردد. این شاخص به عنوان شاخصی کمی امکان مقایسه شرکت های مختلف از لحاظ مدت زمان تحصیلات کارکنان بر حسب سال را فراهم می کند.

شاخصهای منابع انسانی از جشنواره خوارزمی – جشنواره شهید رجائی

مطالعه آثار آموزش

شاخص متوسط زمان خرابی MTTF

شاخص متوسط زمان تعمیر MTTR

شاخص ضریب آمادگی (مثلاً 8 ساعت معیوب در یکسال)

دستورالعمل بهره برداری

جلسه حوادث

علت شروع حادثه (خط – آلودگی – کلید – تعمیرات – رله)

دسته بندی عوامل حادثه (محیطی – نیروی انسانی و ...)

فلیکر:

فلیکر Flicker یا چشمک زدن نور پدیده ای است که به سوسو زدن نور لامپ اطلاق می شود و باعث می شود فرد زیر نور لامپ احساس کم و زیاد شدن میزان روشنایی نماید و احساس نارضایتی کند. عامل اصلی این پدیده نوسان ولتاژ است. هر پدیده ای که باعث تغییرات مقدار موثر ولتاژ شود به عنوان عامل ایجادکننده فلیکر شناخته می شود. تغییرات شدت ولتاژ در RMS با مقدار اوج، در محدوده 0.9 تا 1.1 pu سوئیچ کردن بارهای مختلف می تواند باعث به وجود آمدن پدیده فوق شود، زیرا عموماً جریان هجومی در هنگام راه اندازی (سوئیچ کردن) از جریان حالت دائمی بیشتر است. راه اندازی موتورهای یکی از منابع معمول و اصلی ایجاد فلیکر در شبکه ها است. مصرف کننده هایی مانند کوره قوس الکتریکی، دستگاه جوشکاری، ادوات الکترونیک قدرت و ... که مصرف بالایی دارند می توانند باعث به وجود آمدن فلیکر شوند.

مشاهده فلیکر برای هر شخصی متفاوت است و دلیل آن تفاوت در دستگاه عصبی افراد است و اینکه امکان دارد فردی متوجه وجود نوسانات لامپ بشود یا نشود. فرکانس فلیکرهایی که رخ می دهد در حد چند دهم فرکانس تولیدی و معمولاً بین ۸ تا ۱۰ هرتز و تا 35 هرتز متغیر است

فلیکر در حقیقت یک احساس شخصی از کم و زیاد شدن میزان روشنایی است که به صورت سوسوزدن نور لامپهای رشته‌ای ظاهر می‌شود. در استاندارد ایران فلیکر بین 0.8 تا 1 باید باشد

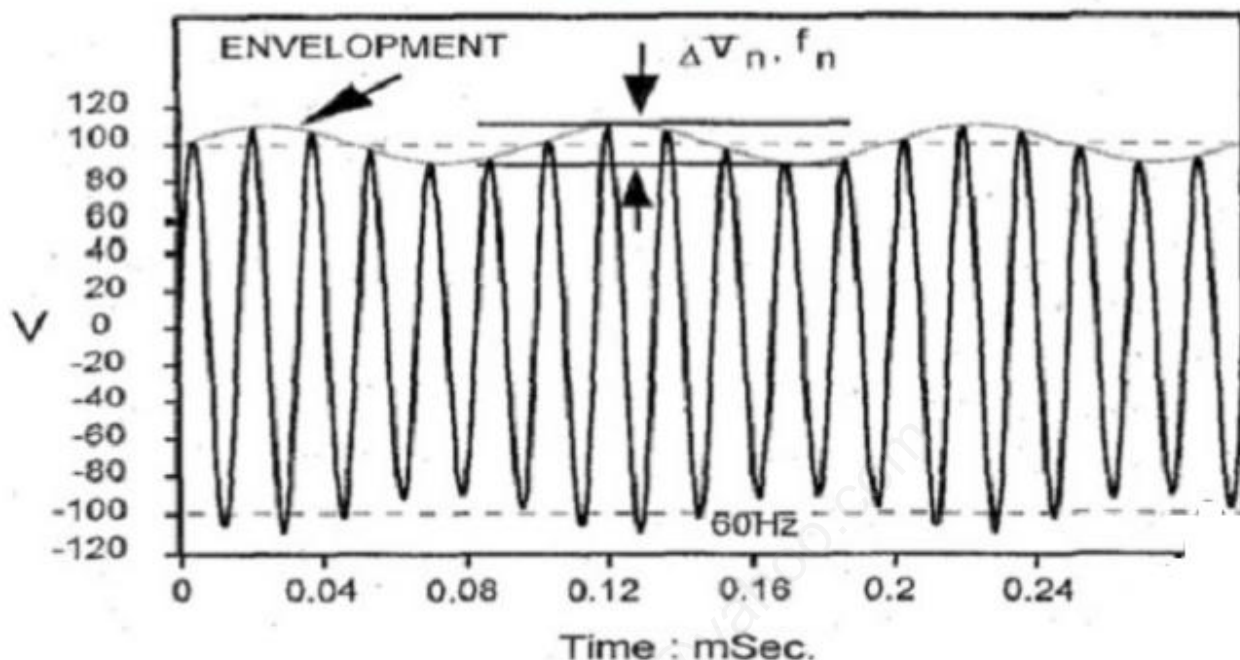


Figure .A voltage flicker waveform, $f_1=10 \text{ Hz}$, $\Delta \bar{V}_1=20 \text{ V}$.

مشکلات کیفیت برق

هر پدیده‌ای که باعث شود سیگنال‌های ولتاژ یا جریان از حالت ایده‌آل منحرف شوند، می‌توان از آن به عنوان مشکلات کیفیت برق نام کرد. یکی از موارد تغییرات در دامنه یا RMS ولتاژ است که منجر به کاهش کیفیت توان می‌شود:

بنابراین فلیکر کیفیت ولتاژ را بهم می‌زند

Voltage Swell

هنگامی که ولتاژ RMS برای نیمی از تناوب تا ۱ دقیقه ۱۰٪ تا ۸۰٪، از ولتاژ اسمی بیشتر می‌شود این رویداد «متورم شدن» (سول) نام دارد.

voltage sag یا voltage dip

هنگامی که ولتاژ RMS برای مدت نیمی از تناوب تا ۱ دقیقه از ولتاژ اسمی ۱۰٪ تا ۹۰٪ کمتر می‌شود «فرورفتن یا افت ولتاژ» (دییپ یا سگ) نامند

نمونه دستگاههای اندازه گیری کیفیت توان



148,200,000 تومان



77,220,000 تومان

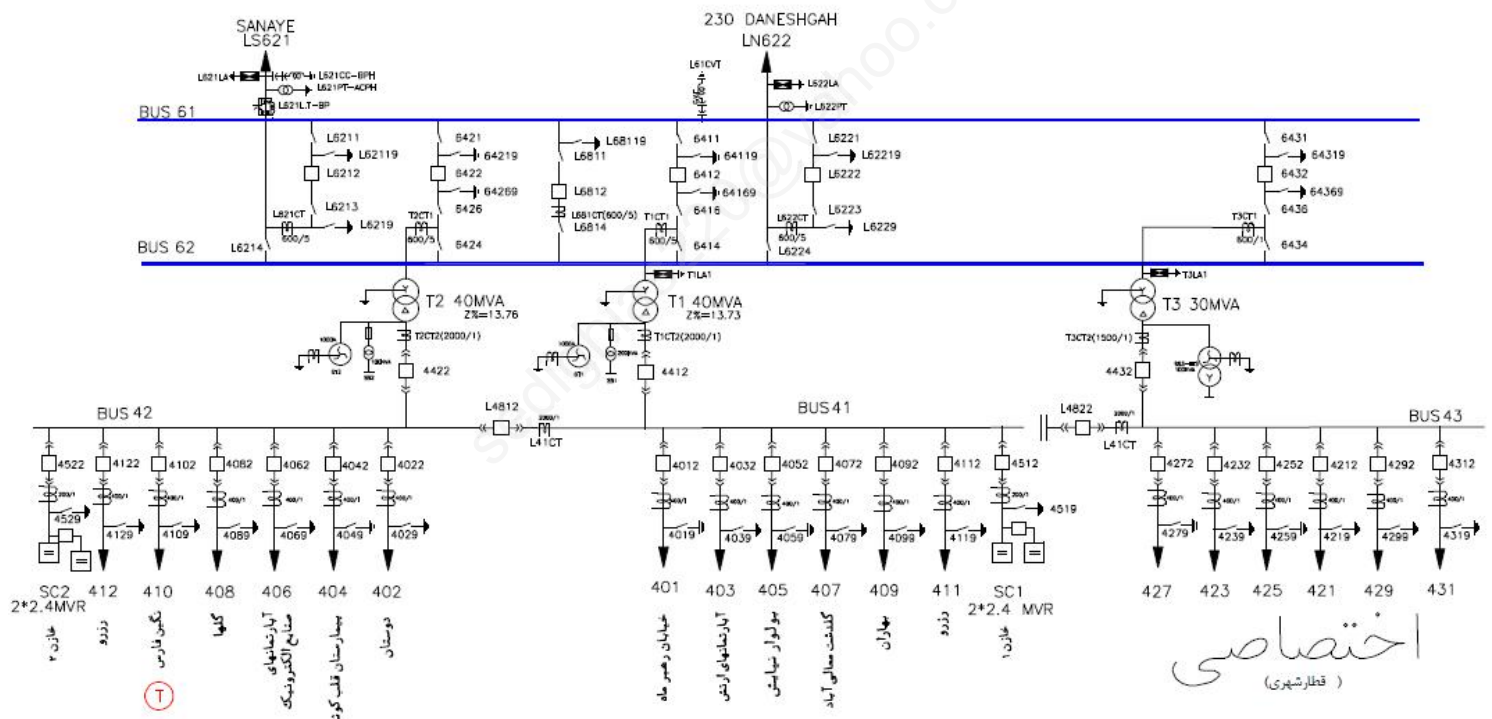
نمایش شبکه (تک خطی و پنج خطی)

نقشه‌ها و طرح‌هایی که به توصیف طراحی الکتریکی مرکز داده می‌پردازند، اغلب در قالب نمودارهایی تک خطی ارائه می‌شوند چرا که در این روش، تمام کابل‌ها (سه کابل فاز، نول و ارت) به شکل خط‌هایی، اجزای اصلی همچون کلیدهای قطع مدار و ترانسفورمرها را به هم متصل می‌سازند.

اگرچه، زمانی که به نقشه‌هایی با جزئیات بیشتر نیاز باشد که اتصال‌های تمام سیم‌های فاز، نول و ارت را نیز نشان دهد، از نموداری پنج خطه استفاده می‌شود. همان‌طور که از نامش نیز مشخص است، در این نمودار 5 خط نشان‌دهنده‌ی 5 سیم سیستم الکتریکی هستند و در درک بهتر تأثیرات اتصال زمین یا جریان‌های سرگردان و یا دیگر مشکلاتی احتمالی سیستم الکتریکی، بسیار موثر است.

نقشه تک خطی یک ایستگاه 66kv / 20kv

۵



تعاریف تجهیزات

خط L	ژنراتور G	فیدر F	ترانسفورماتور T
ترانس ولتاژ PT-VT	ترانس خازنی CVT	ترانس توزیع داخلی SS	
ترانس نولساز GT	برقگیر LA		
...			

ولتاژ 400 کیلوولت	کد 9	ولتاژ 230 کیلوولت	کد 8
ولتاژ 132 کیلوولت	کد 7	ولتاژ 66-63 کیلوولت	کد 6
ولتاژ 20 کیلوولت	کد 4	ولتاژ 11 کیلوولت	کد 3

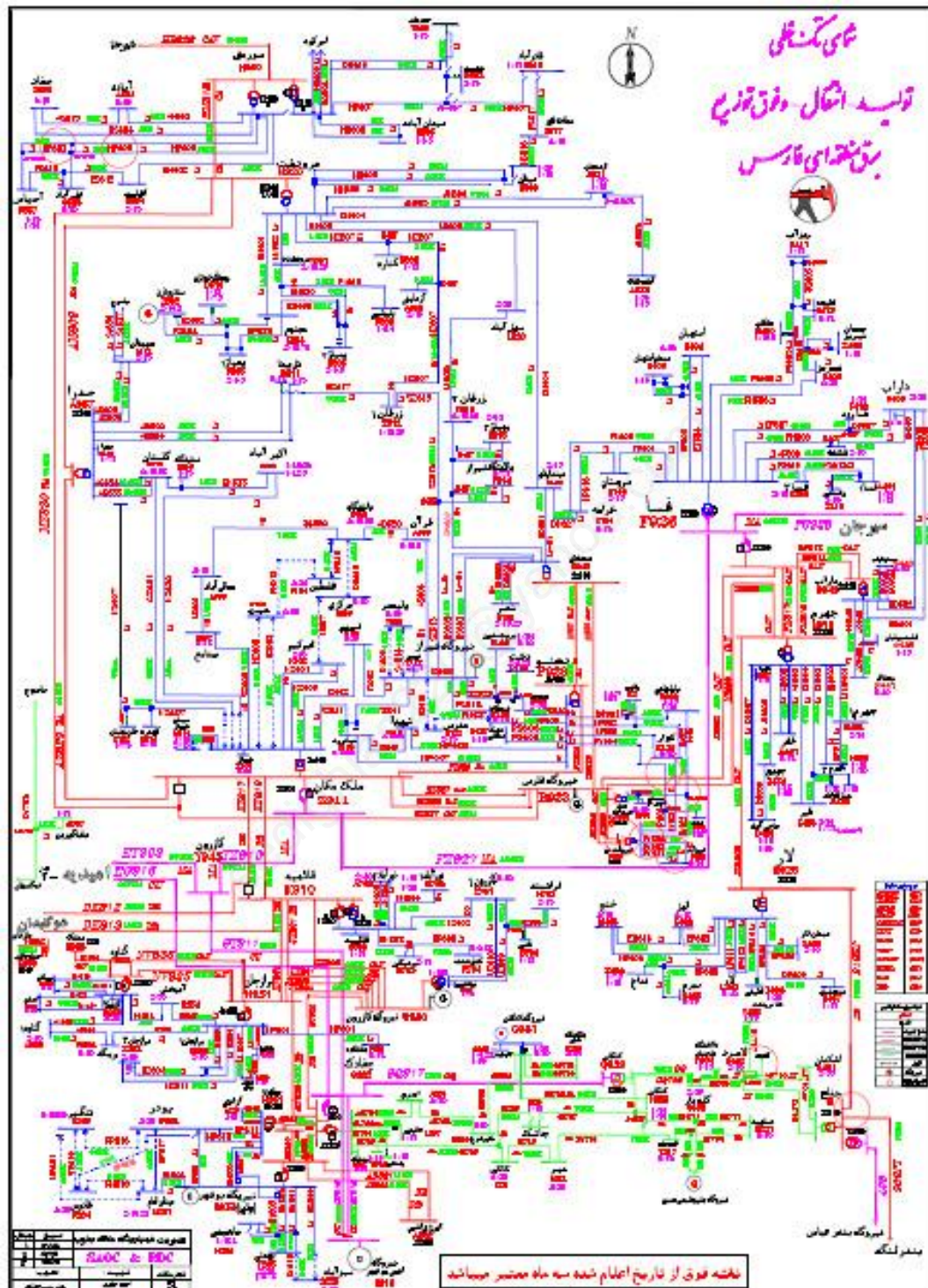
سکسیونر خط کد 3	بریکر کد 2	سکسیونر زمین کد 9	
-----------------	------------	-------------------	-------

مثلا 6042 یعنی بریکر خط 604 که دارای ولتاژ 66kv میباشد

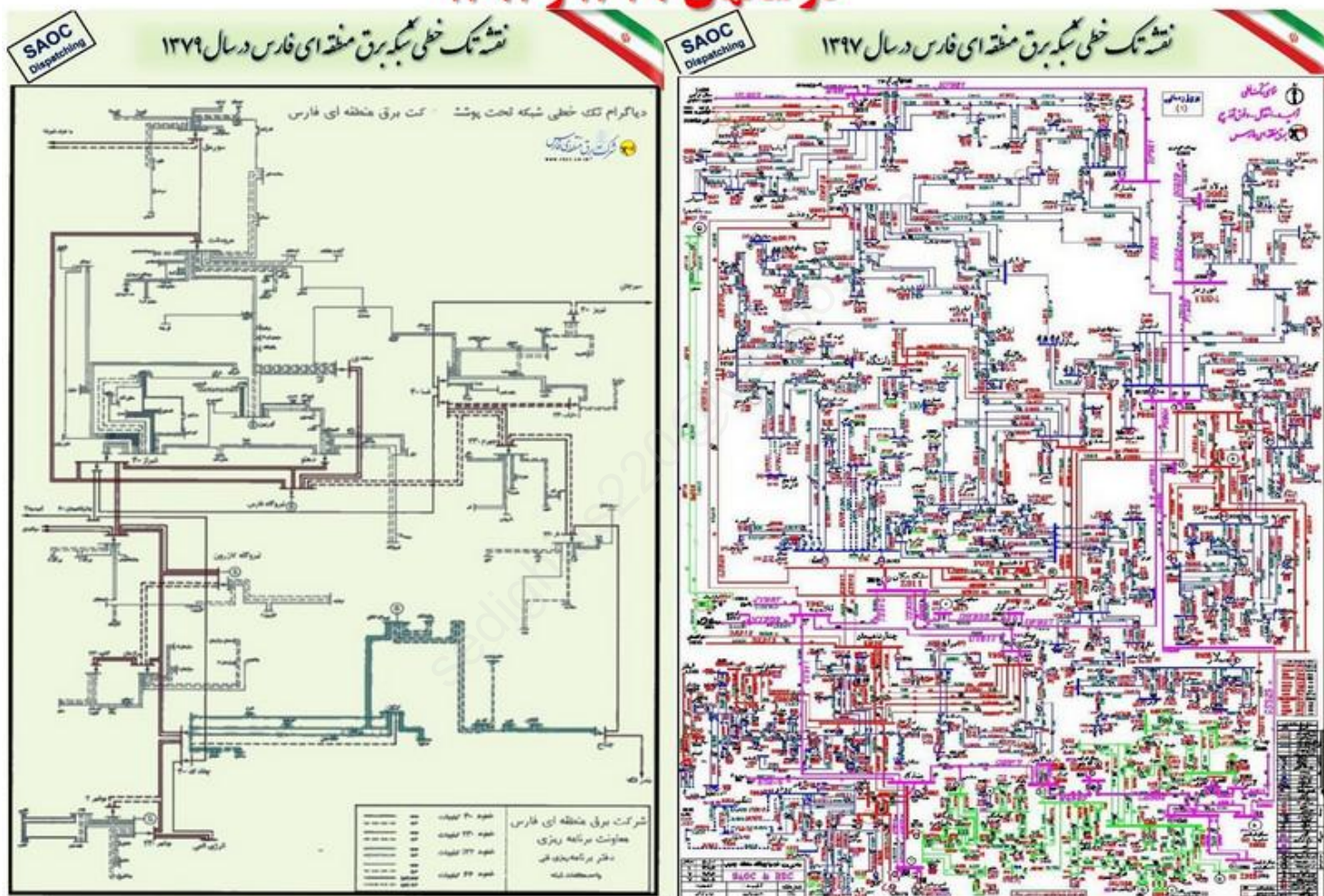
رنگ ولتاژ در هنگام رقص نقشه های شبکه برق

قهوه ای	بالای 400 کیلوولت
بنفش	400 کیلوولت
قرمز	230 کیلوولت
سبز	132 کیلوولت
آبی	66 و 63 کیلوولت
نارنجی	33 کیلوولت
زرد	20-11 کیلوولت
مشکی	11 کیلوولت به پایین

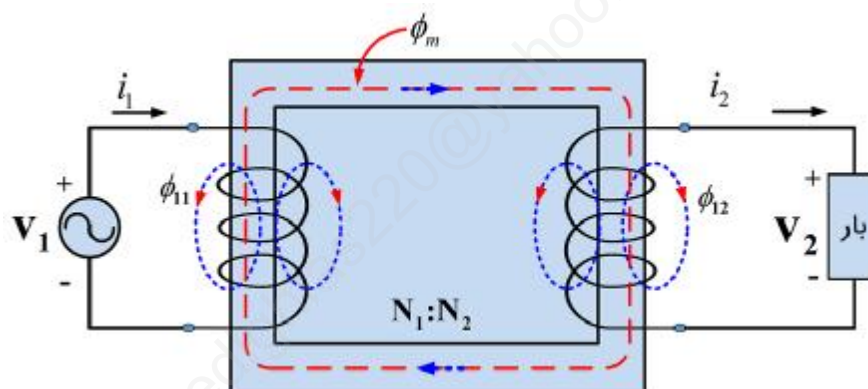
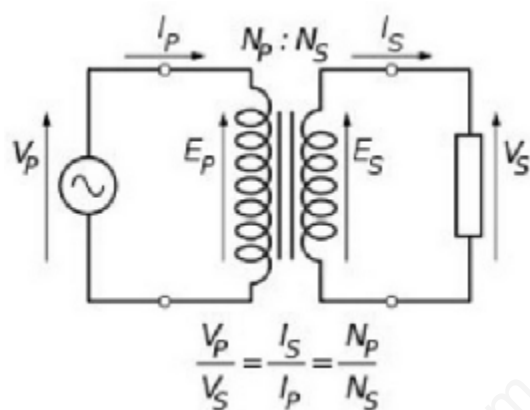
نمودار تک خطی شبکه



مقایسه نقشه تک خطی شبکه برق منطقه ای فارس در سالهای ۱۳۷۹ و ۱۳۹۷



آشنایی با مدار معادل تجهیزات



$$v_1 = R_1 i_1 + N_1 \frac{d\phi_{11}}{dt} + N_1 \frac{d\phi_m}{dt} \quad (3)$$

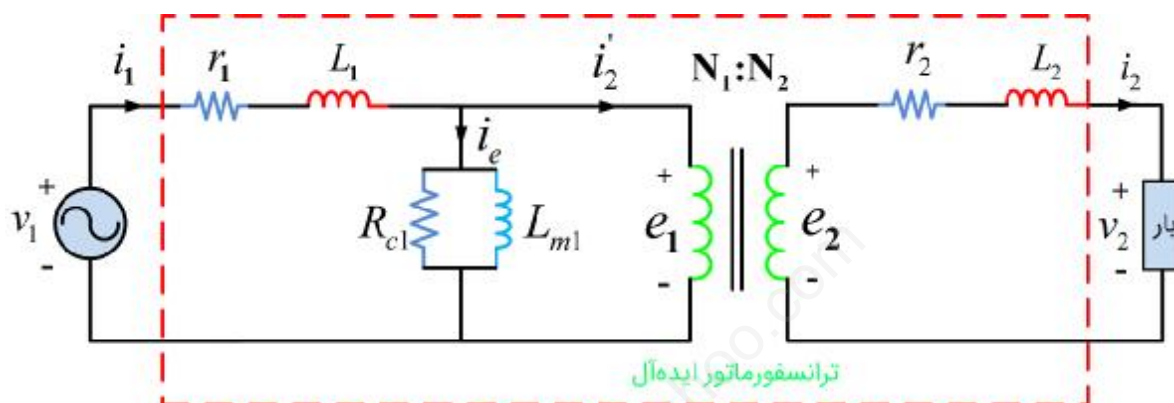
$$v_1 = R_1 i_1 + L_1 \frac{di_1}{dt} + N_1 \frac{d\phi_m}{dt} \quad (4) \quad v_2 = -R_2 i_2 - N_2 \frac{d\phi_{12}}{dt} + N_2 \frac{d\phi_m}{dt} \quad (7)$$

$$v_2 = -R_2 i_2 - L_2 \frac{di_2}{dt} + N_2 \frac{d\phi_m}{dt} \quad (8)$$

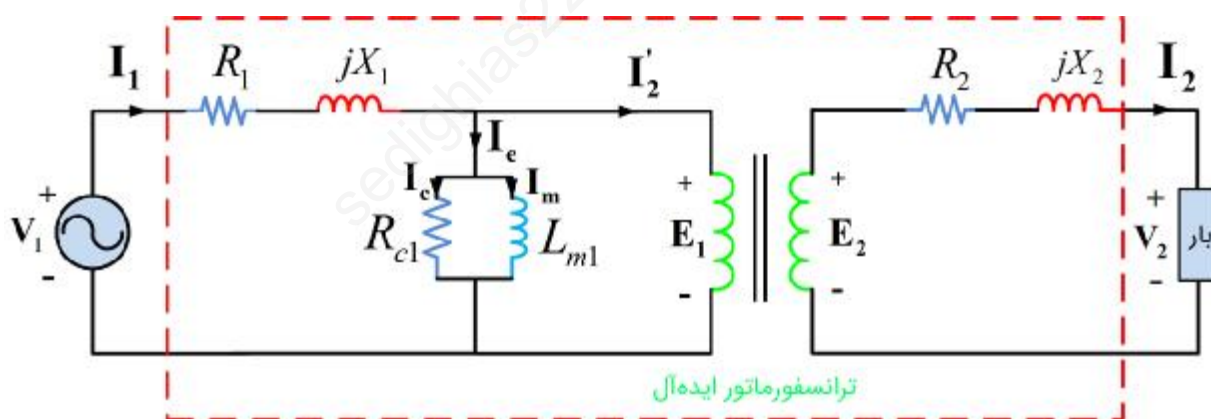
$$e_1 = N_1 \frac{d\phi_m}{dt} \quad (9)$$

$$e_2 = N_2 \frac{d\phi_m}{dt} \quad (10)$$

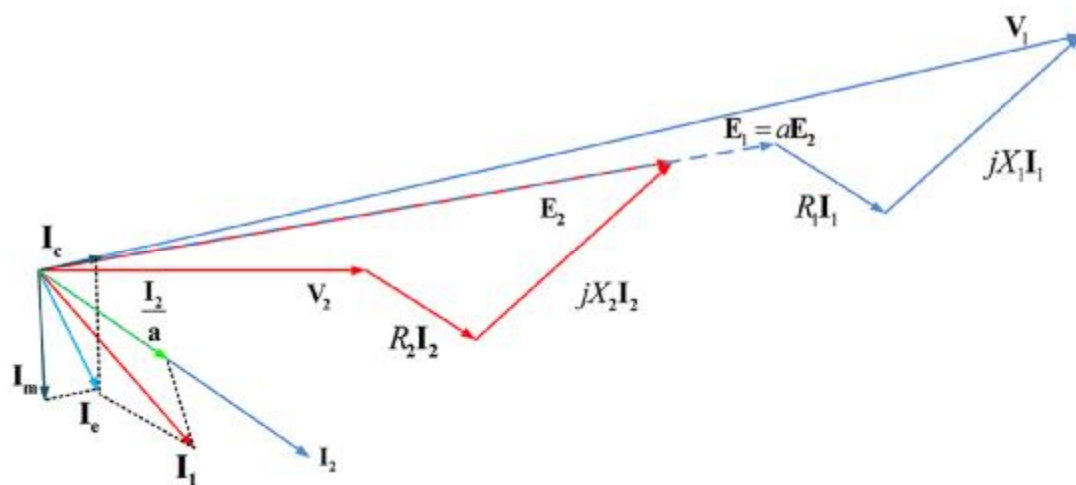
$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2} = a \quad (11)$$



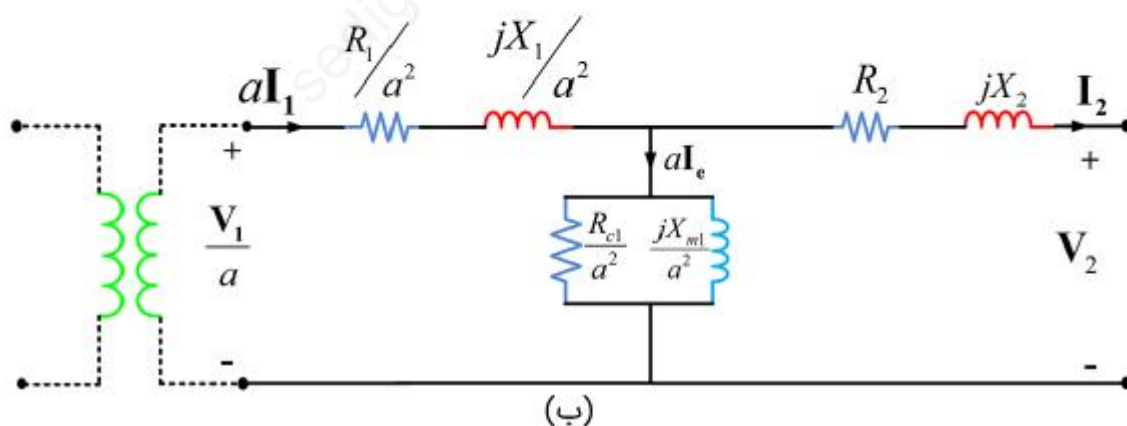
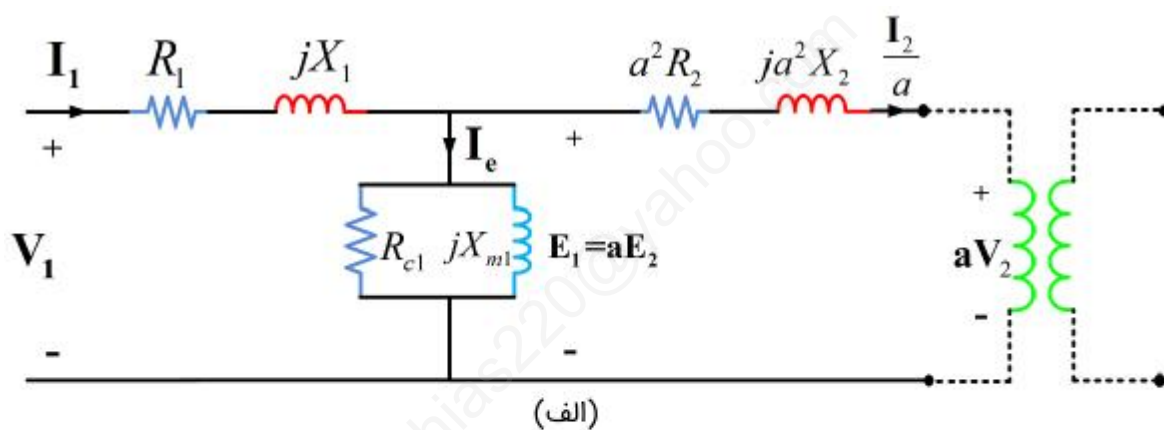
شکل 2: مدار معادل ترانسفورماتور



شکل 3: مدار معادل فازوری ترانسفورماتور



شکل 4: نمودار فازوری مدار معادل ترانسفورماتور



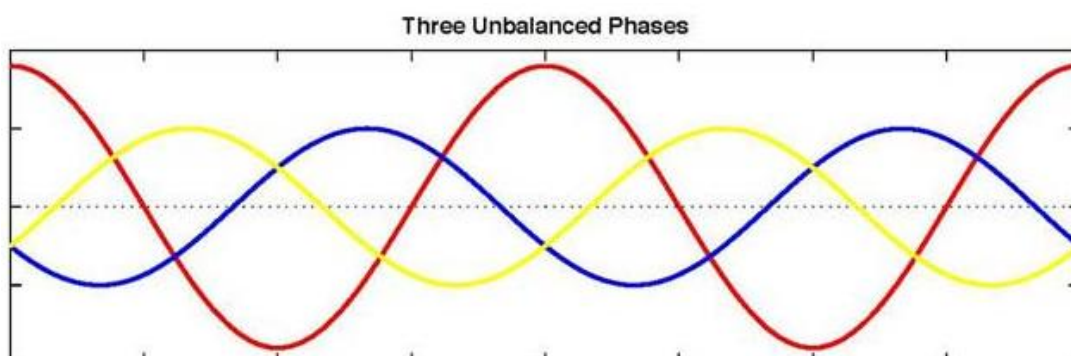
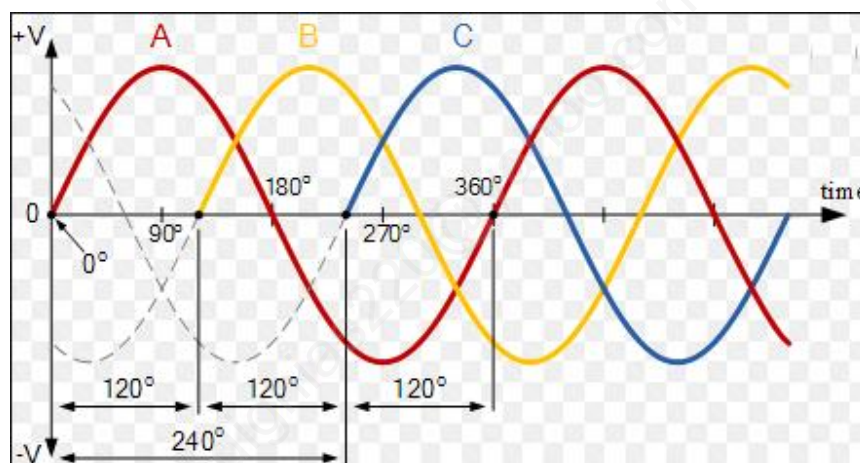
شکل 5: (الف) مدار معادل ترانسفورماتور ارجاع داده شده به سمت اولیه (ب) مدار معادل ترانسفورماتور ارجاع داده شده به سمت ثانویه
2. مقاومت‌های سیم‌پیچ اولیه و ثانویه، برای مقاومت ارجاع داده شده به اولیه $R_{e1} = R_1 + a^2 R_2$

مولفه های خط انتقال

امپدانس یک مدار وقتی تنها جریان ترتیب مثبت از آن می گذرد امپدانس ترتیب مثبت مدار خوانده می شود
امپدانس یک مدار وقتی تنها جریان ترتیب منفی از آن می گذرد امپدانس ترتیب منفی مدار خوانده می شود

خطاهای نامتقارن سیستم های انتقال مانند اتصال کوتاه ها، امپدانس بین خطوط، امپدانس معادل یک یا دو خط با زمین، ویا قطع هادیهای یک خط

تحلیل یک خطای نامتقارن در یک سیستم متقارن، در واقع به معنی یافتن مولفه های متقارن جریانهایی نامتعادل گذرنده از سیستم است. از آنجا که هر جریان ترتیبی تنها افت ولتاژ ترتیب خود را تولید می کند و مستقل از جریانهایی ترتیبی دیگر است، در یک شبکه متعادل می توان فرض کرد هر جریان ترتیبی از شبکه مستقلی می گذرد که مرکب از امپدانس های همان جریان ترتیبی است.



هر سیستم سه فاز بردار نامتعادل را میتوان به سه سیستم هر یک شامل سه فاز بردار متعادل به شرح زیر تجزیه نمود
سیستم مولفه های ترتیب مثبت شامل سه فاز بردار با اختلاف فاز 120 درجه و ترتیب فاز مشابه فازهای نامتعادل اصلی
سیستم مولفه های ترتیب منفی شامل سه فاز بردار با اختلاف فاز 120 درجه و ترتیب فاز مخالف فازهای نامتعادل اصلی
سیستم مولفه های ترتیب صفر شامل سه فاز بردار که هیچ اختلاف فازی با هم ندارند.
از همین قاعده میتوان برای تشخیص خطای زمین و نامتعادلی یا خطای بین فازها در رله های حفاظتی استفاده نمود

مولفه های خط انتقال r_0 و x_0

مولفه های خط انتقال r_1 و x_1 و r_+ و x_+

امپدانس خط انتقال برای سطوح ولتاژ مختلف

سطح ولتاژ kV	مدل برج	نوع هادی	R_+ Ω/km	X_+ Ω/km	R_0 Ω/km	X_0 Ω/km
۶۳	NN	Lynx	۰,۱۵۹	۰,۴۱۴	۰,۲۲۰۴	۱,۴۵۷
۱۳۲	MS3	Drake	۰,۰۷۵	۰,۳۸۹	۰,۱۶	۱,۳۷۶
۲۳۰	DC0	Canary*2	۰,۰۳۳	۰,۲۹۶	۰,۲۲۲	۱,۲۱۲

امپدانس خط انتقال مورد بررسی در سطح ولتاژ ۴۰۰ کیلوولت

$R_+ (\Omega/\text{km})$	$X_+ (\Omega/\text{km})$	$R_0 (\Omega/\text{km})$	$X_0 (\Omega/\text{km})$
۰,۰۳	۰,۲۹۱	۰,۱۸۸	۰,۸۷

سیستم «پریونیت (per-unit) یا PU»

نرمالایز کردن اعداد اغلب در تحلیل سیستم های الکتریکی به کار می رود و برای سطوح ولتاژ مختلف (توان ظاهری و ولتاژ) تعریف می شود که اعداد بزرگ سیستم برق قدرت با عددی کوچکتر بیان میشود که بیان اعداد راحت تر و تحلیل راحت تر و مقایسه راحت تر میشود (پریونیت واحد ندارد)

شاخص S_{base} مثلا $S_{base} = 100 \text{MVA}$

شاخص V_{base} مثلا $V_{base} = 100 \text{KV}$

مثال

یک ترانسفورماتور سه فاز را با توان نامی 700 MVA و ولتاژ ثانویه 145 kV در نظر بگیرید. مقادیر I_{base} ، Z_{base} و Y_{base} را محاسبه کنید.
 حل: هیچ اجباری به انتخاب مقادیر نامی ترانسفورماتور به عنوان مقادیر پایه نیست، اما می توان آن ها را در نظر گرفت. با استفاده از مقادیر توان ظاهری و ولتاژ ثانویه به عنوان مقادیر پایه، داریم $S_{base} = 700 \text{MVA}$ و $V_{base} = 145 \text{kV}$ و مقادیر I_{base} ، Y_{base} ، Z_{base} را می توان به سادگی محاسبه کرد:

$$I_{base} = \frac{S_{base}}{V_{base} \times \sqrt{3}} = \frac{700 \text{MVA}}{145 \text{kV} \times \sqrt{3}} = 2.78 \text{kA}$$

$$Z_{base} = \frac{V_{base}}{I_{base} \times \sqrt{3}} = \frac{145 \text{kV}}{2.78 \text{kA} \times \sqrt{3}} = 30.1 \Omega$$

$$Y_{base} = \frac{1}{30.1} = 0.0332 \text{S}$$

اگر مقدار ولتاژ ثانویه 130 kV باشد، مقدار پریونیت آن برابر است با

$$V = \frac{V}{V_{base}} = \frac{130 \text{kV}}{145 \text{kV}} = 0.89 \text{pu}$$

Three-Phase Transformer (Two Windings) (mask) (link)

This block implements a three-phase transformer by using three single-phase transformers. Set the winding connection to 'Yn' when you want to access the neutral point of the Wye.

Click the Apply or the OK button after a change to the Units popup to confirm the conversion of parameters.

Configuration Parameters Advanced

Units **pu**

Nominal power and frequency [Pn(VA) , fn(Hz)]
[250e6 , 60]

Winding 1 parameters [V1 Ph-Ph(Vrms) , R1(pu) , L1(pu)]
[735e3 , 0.002 , 0.08]

Winding 2 parameters [V2 Ph-Ph(Vrms) , R2(pu) , L2(pu)]
[315e3 , 0.002 , 0.08]

Magnetization resistance Rm (pu)
500

Magnetization inductance Lm (pu)
500

Saturation characteristic [i1 , phi1 ; i2 , phi2 ; ...] (pu)
[0,0 ; 0.0024,1.2 ; 1.0,1.52]

Initial fluxes [phi0A , phi0B , phi0C] (pu):
[0.8 , -0.8 , 0.7]

Three-Phase Transformer (Two Windings)

Three-Phase Breaker (mask) (link)

Connect this block in series with the three-phase element you want to switch. You can define the breaker timing directly from the dialog box or apply an external logical signal. If you check the 'External control' box, the external control input will appear.

Parameters

Initial status of breakers open

☒ Switching of phase A

☒ Switching of Phase B

☒ Switching of phase C

Transition times (s)

[600/1000 800/1000]

☐ External control of switching times

Breakers resistance Ron (ohms)

0.001

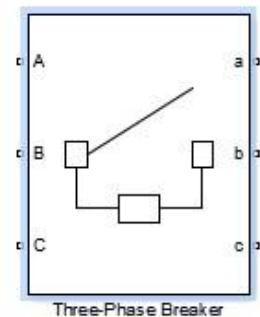
Snubbers resistance Rp (Ohms)

1e6

Snubbers capacitance Cp (Farad)

inf

Measurements None



Three-Phase Breaker (mask) (link)

Connect this block in series with the three-phase element you want to switch. You can define the breaker timing directly from the dialog box or apply an external logical signal. If you check the 'External control' box, the external control input will appear.

Parameters

Initial status of breakers open

☒ Switching of phase A

☒ Switching of Phase B

☒ Switching of phase C

☒ External control of switching times

Breakers resistance Ron (ohms)

0.001

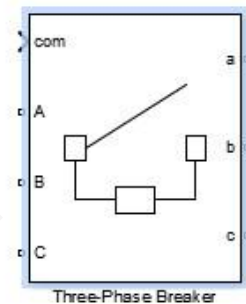
Snubbers resistance Rp (Ohms)

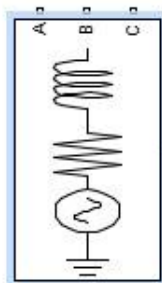
1e6

Snubbers capacitance Cp (Farad)

inf

Measurements None





Three-Phase Source

Three-Phase Source (mask) (link)

Three-phase voltage source in series with RL branch.

Parameters

Load Flow

Phase-to-phase rms voltage (V):

63e3

Phase angle of phase A (degrees):

0

Frequency (Hz):

50

Internal connection: Yg

☒ Specify impedance using short-circuit level

3-phase short-circuit level at base voltage(VA):

100e6

Base voltage (Vrms ph-ph):

60e3

X/R ratio:

7

Three-Phase Programmable Voltage Source (mask) (link)

This block implements a three-phase zero-impedance voltage source. The common node (neutral) of the three sources is accessible via input 1 (N) of the block. Time variation for the amplitude, phase and frequency of the fundamental can be pre-programmed. In addition, two harmonics can be superimposed on the fundamental.

Note: For "Phasor simulation", frequency variation and harmonic injection are not allowed. Specify Order =1 and Seq=1,2 or 0 to inject additional fundamental components A and B in any sequence.

Parameters Load Flow

Positive-sequence: [Amplitude(Vrms Ph-Ph) Phase(deg.) Freq. (Hz)]

[100 0 50]

Time variation of: None

☒ Fundamental and/or Harmonic generation:

A: [Order(n) Amplitude(pu) Phase(degrees) Seq(0, 1 or 2)]

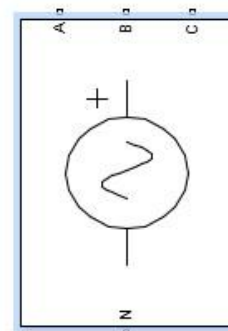
[3 0.2 -25 0]

B: [Order(n) Amplitude(pu) Phase(degrees) Seq(0, 1 or 2)]

[2 0.15 35 2]

Timing (s) : [Start End]

[0.05 3]



Three-Phase Programmable Voltage Source

Distributed Parameters Line (mask) (link)

Implements a N-phases distributed parameter line model. The rlc parameters are specified by [NxN] matrices.

To model a two-, three-, or a six-phase symmetrical line you can either specify complete [NxN] matrices or simply enter sequence parameters vectors: the positive and zero sequence parameters for two-phase or three-phase transposed line, plus the mutual zero-sequence for a six-phase transposed line (2 coupled 3-phase lines).

Parameters

Number of phases [N]:

3

Frequency used for rlc specification (Hz):

60

Resistance per unit length (Ohms/km) [NxN matrix] or [r1 r0 r0m]:

[0.01273 0.3864]

Inductance per unit length (H/km) [NxN matrix] or [l1 l0 l0m]:

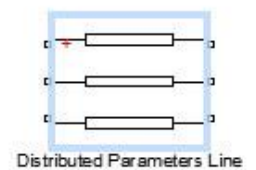
[0.9337e-3 4.1264e-3]

Capacitance per unit length (F/km) [NxN matrix] or [c1 c0 c0m]:

[12.74e-9 7.751e-9]

Line length (km):

100



Three-Phase PI Section Line (mask) (link)

This block models a three-phase transmission line with a single PI section. The model consists of one set of RL series elements connected between input and output terminals and two sets of shunt capacitances lumped at both ends of the line.

RLC elements are computed using hyperbolic corrections yielding an "exact" representation in positive- and zero-sequence at specified frequency only.

To obtain an extended frequency response, connect several PI section blocks in cascade or use a Distributed Parameter line.

Parameters

Frequency used for rlc specification (Hz):

60

Positive- and zero-sequence resistances (Ohms/km) [r1 r0]:

[0.01273 0.3864]

Positive- and zero-sequence inductances (H/km) [l1 l0]:

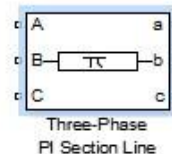
[0.9337e-3 4.1264e-3]

Positive- and zero-sequence capacitances (F/km) [c1 c0]:

[12.74e-9 7.751e-9]

Line length (km):

100



Three-Phase Series RLC Load (mask) (link)

Implements a three-phase series RLC load.

Parameters Load Flow

Configuration Y (grounded) ▼

Nominal phase-to-phase voltage V_n (Vrms)

63e3

Nominal frequency f_n (Hz):

50

Active power P (W):

120

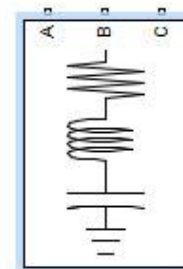
Inductive reactive power Q_L (positive var):

70e6

Capacitive reactive power Q_C (negative var):

20e6

Measurements None ▼



Three-Phase
Series RLC Load

Three-Phase Transformer (Two Windings) (mask) (link)

This block implements a three-phase transformer by using three single-phase transformers. Set the winding connection to 'Yn' when you want to access the neutral point of the Wye.

Click the Apply or the OK button after a change to the Units popup to confirm the conversion of parameters.

Configuration Parameters Advanced

Units pu

Nominal power and frequency [Pn(VA) , fn(Hz)]
[250e6 , 60]

Winding 1 parameters [V1 Ph-Ph(Vrms) , R1(pu) , L1(pu)]
[735e3 , 0.002 , 0.08]

Winding 2 parameters [V2 Ph-Ph(Vrms) , R2(pu) , L2(pu)]
[315e3 , 0.002 , 0.08]

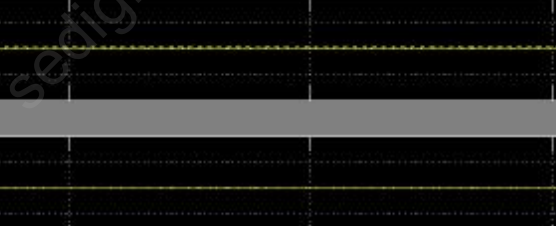
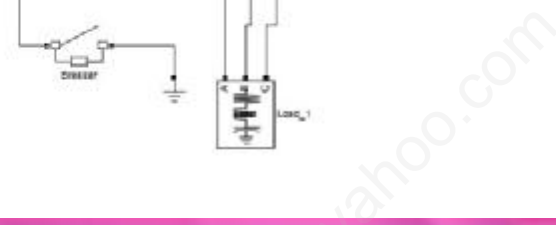
Magnetization resistance Rm (pu)
500

Magnetization inductance Lm (pu)
500

Saturation characteristic [i1 , phi1 ; i2 , phi2 ; ...] (pu)
[0,0 ; 0.0024,1.2 ; 1.0,1.52]

Initial fluxes [phi0A , phi0B , phi0C] (pu):
[0.8 , -0.8 , 0.7]

Three-Phase Transformer (Two Windings)



اجزای شبکه برق

خط و کابل

هادی - سیم گارد - دکل - مقره - فیبر نوری - مانع ضد صعود - مسیر خط

پست

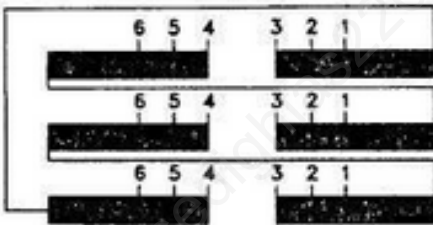
ترانسفورماتور - برقگیر - CT - PT (CVT) - ترانس نولساز - ترانس توزیع داخلی - باس بار - تجهیزات حفاظتی - تجهیزات مخابرات و کنترل و دیسپاچینگ - راکتور = خازن - شارژر و باطری - بریکر - سکسیونر - خنک کننده ها - تپ ترانس - لاین تراپ
ترانسفورماتور در 40oC باید بتواند FULL Load کار کند
ترانسفورماتور در 50oC باید بتواند 80% FULL Load کار کند

sedighias220@yahoo.com

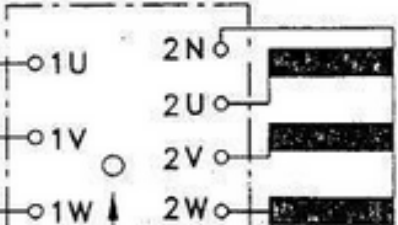
SHERKATE SAHAMI AAM
IRAN-TRANSFO

 شرکت سهامی عام
 ایران ترانسفو

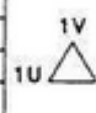
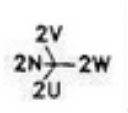
Type **TSUN6339** No. Year **2001** **IEC76/VDE0532**
 Rated power kVA **2000** Kind **P.T** Frequency Hz **50**
6300 Kind of service **CONT.**
 Rated voltage V **6000** **400** Vector group **Dyn11**
5700 Sys. highest voltage **7.2/1.1**
 Rated current A **192.5** **2886.8** Insulation class **A**
 Impedance voltage % Short circuit current kA
 Cooling method **ONAN** Max. short circuit duration s **2**
 Mass of core & winding t **2.611** Max. ambient temperature °C **50**
 Total weight † **6.205** Sea level altitude m **1000**
 Oil weight † **1.32** Oil IEC 296 class **I**



Off circuit tap changer



Caution!: tapping is permissible only in off circuit

HV side				LV side	
Pos.	Tap changer Connections	Voltage	Connection	Voltage	Connection
1	3 - 4	6300		400	
2	4 - 2	6150			
3	2 - 5	6000			
4	5 - 1	5850			
5	1 - 6	5700			

MADE IN IRAN
ساخت ایران

253025

اطلاعات استفاده شده برای محاسبات در هر سطح ولتاژ

سطح ولتاژ (KV)	نسبت تبدیل CT	R_{CT} (Ω)	R_b (Ω)	سطح اتصال کوتاه (kA)	X/R	مدل CT
۶۳	۶۰۰/۱	۲,۵	۱	۲۵	۱۵	5P15
۱۳۲	۸۰۰/۱	۴	۱,۵	۳۱,۵	۲۰	5P15
۲۳۰	۱۵۰۰/۱	۷	۲	۴۰	۲۵	5P20
۴۰۰	۲۰۰۰/۱	۱۲	۲,۵	۵۰	۳۱,۴	5P20

تولید (فسیلی (گازی - بنزینی - دیزلی) - بادی - اتمی - بیومس - پتانسیل آب پشت سد - جزر و مد - هسته ای - زمین گرمایی - زغال سنگ - بیوترم - سلول خورشیدی - ..)

ژنراتور - مخزن سوخت - کنترل کننده و تنظیم کننده (رگولاتور) ولتاژ و فرکانس - روغن رسانی آب رسانی خنک کننده - تغذیه اولیه و شارژر و باتری -

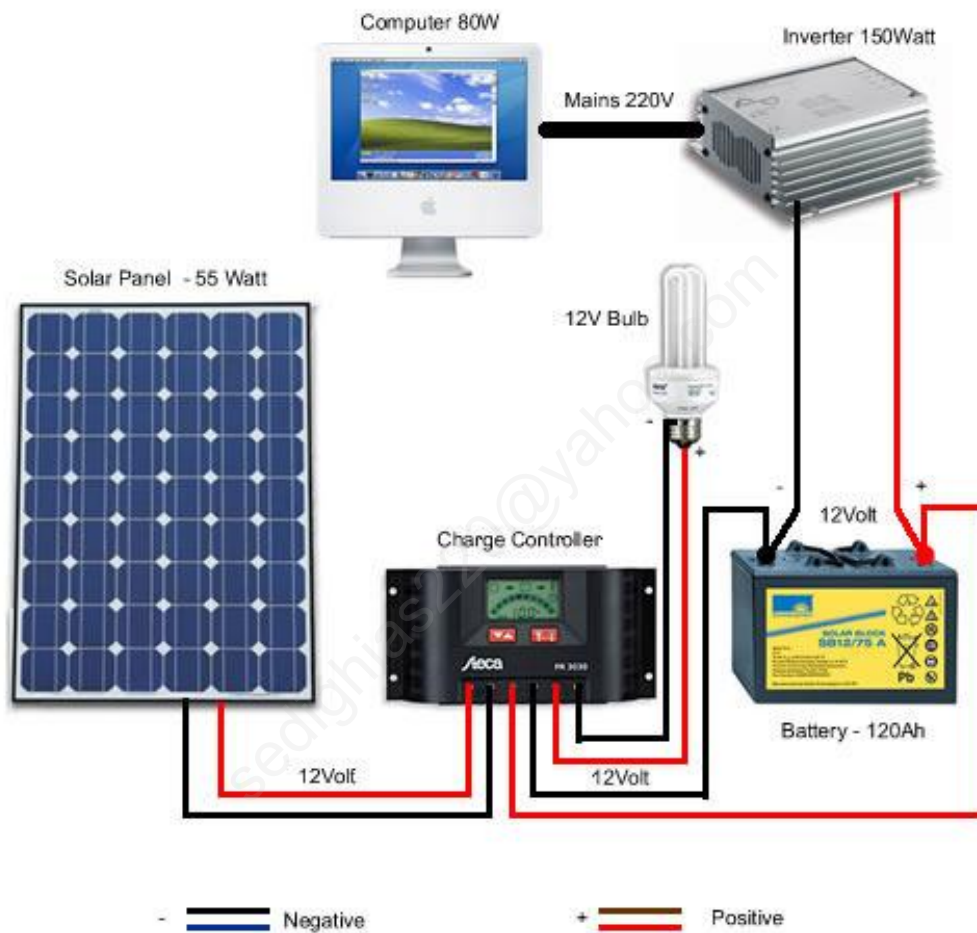
توزیع

خط - پایه ها - ترانس توزیع - سرکابل - ریکلوزر - اتوبوستر

sedighias220@yahoo.com

اجزای یک سلول خورشیدی

سلول خورشیدی - کنترلر - باتری - اینورتر
بررسی‌ها: محل نصب - زاویه نصب - پست اتصال به شبکه -



اجزای تشکیل دهنده توربین دیزلی (بنزینی)

ژنراتور - مخزن سوخت - کنترل کننده و تنظیم کننده (رگولاتور) ولتاژ و فرکانس - روغن رسانی آب رسانی خنک کننده - تغذیه اولیه و شارژر و باتری -



کیفیت توان در موتور های دیزلی و گاز سوز

۱-ولتاژ تولیدی ۲-فرکانس تولیدی

گاورنر برای فرکانس و کنترلر فرکانس

به یک ژنراتور گازسوز یا دیزلی که ممکن است در یک ساختمان مسکونی ،اداری یا صنعتی نصب شود بار های مختلفی متصل می شوند ،این بار ها دارای حساسیت های مختلفی می باشند که تغییرات در فرکانس در سطوح مختلف می تواند به این تجهیزات آسیب وارد کند.

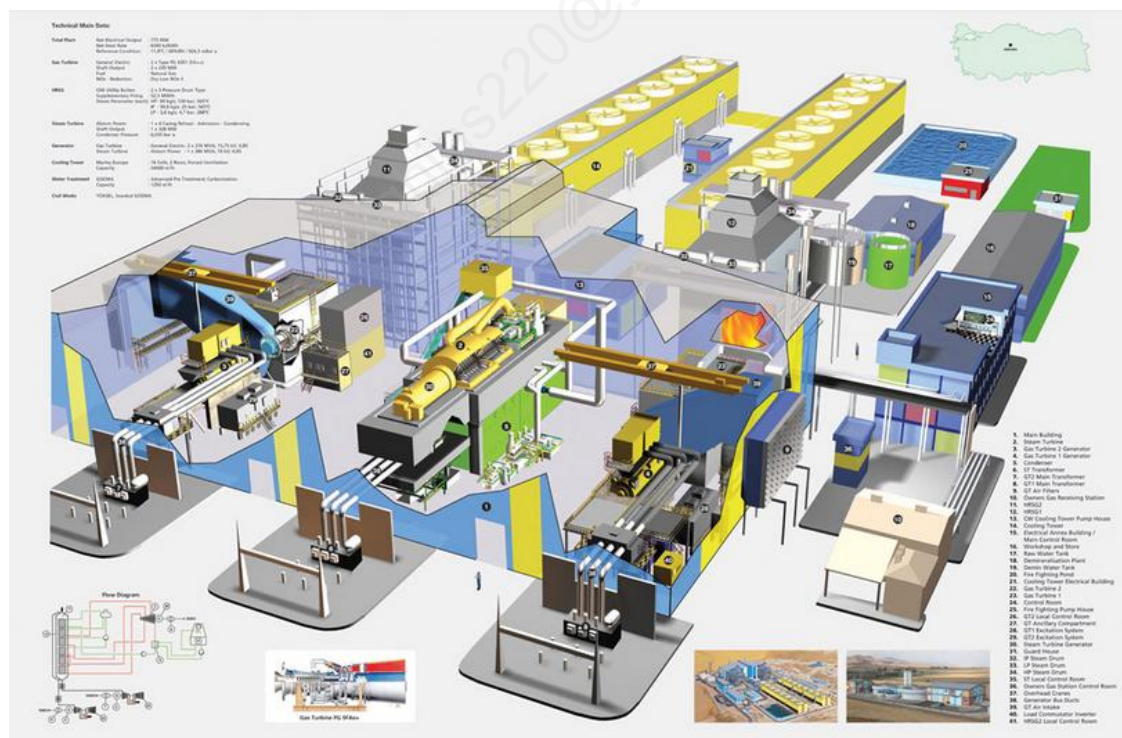
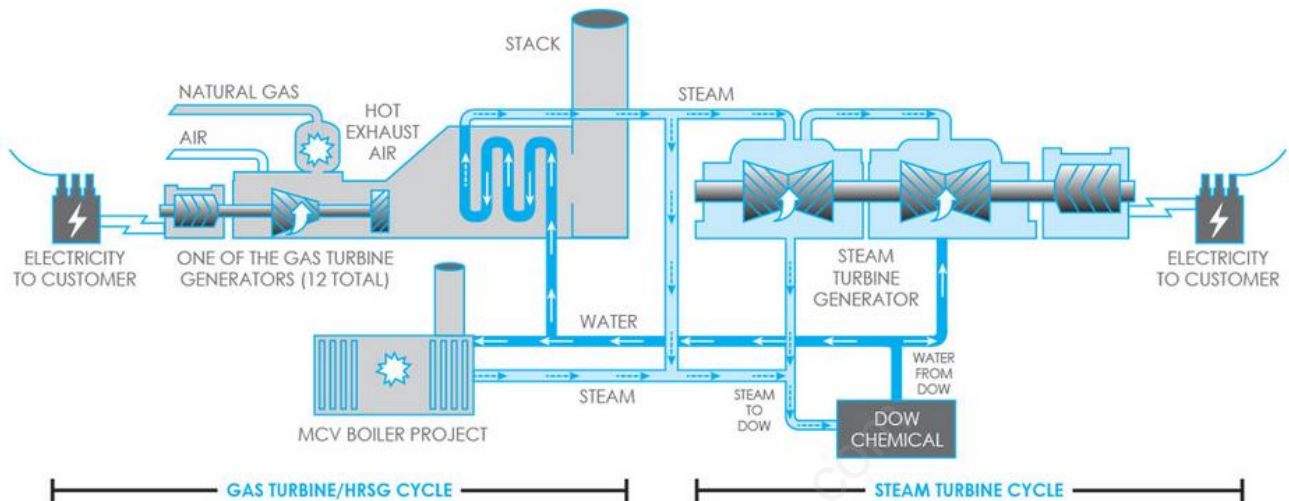
وقتی که باری به ژنراتور وصل میشود این بار آمپر مصرفی مشخصی دارد ، هر مصرف کننده به میزان آمپر مصرفی خود میزانی اثر ترمزی به روی ژنراتور ایجاد میکند و این طبیعی است که سرعت موتور کاهش پیدا کند، کاری که در این مواقع می توان انجام داد این است که سوخت موتور را بیشتر کرده تا موتور سرعت بیشتری بگیرد اما مسئله ای که وجود دارد این است که مدام نمیتوان فردی را مامور کم و زیاد کردن سوخت موتور کرد چرا که بار نیز مدام در حال کم و زیاد شدن است در نتیجه در این بخش قطعه ای به نام **گاورنر** وارد عمل می شود که به صورت اتوماتیک وظیفه کم و زیاد کردن سوخت موتور را به عهده بگیرد.

اجزاء گاورنر: ۱-برد کنترل ۲-سنسور دور ۳-محرک سوخت یا اکیچوایتر

یک واحد نیروگاهی آبی نیز برای کنترل سرعت و قدرت توربین به یک دستگاه گاورنر (Governor) برای تنظیم جریان آب ورودی به توربین، مجهز می گردد.



نیروگاه سیکل ترکیبی (Combined cycle power plant)



نیروگاه‌های سیکل ترکیبی از نظر نوع توربین‌ها و بازیاها و وجود مشعل

۱. نیروگاه‌های سیکل ترکیبی با مشعل
۲. نیروگاه‌های سیکل ترکیبی بدون مشعل
۳. نیروگاه‌های سیکل ترکیبی با دیگ بازیافت گرما مجهز به بازیابی یا گرمایش آب تغذیه
۴. نیروگاه‌های سیکل ترکیبی با دیگ بازیافت گرما با فشار بخار چند گانه
۵. نیروگاه‌های سیکل ترکیبی با سیکل بسته توربین گازی



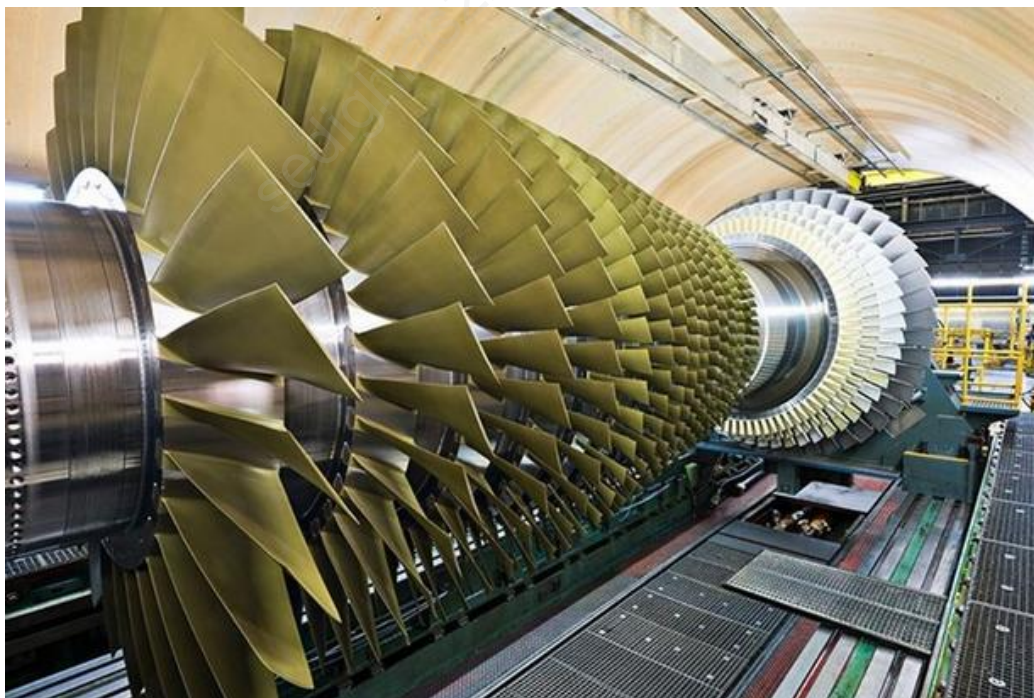


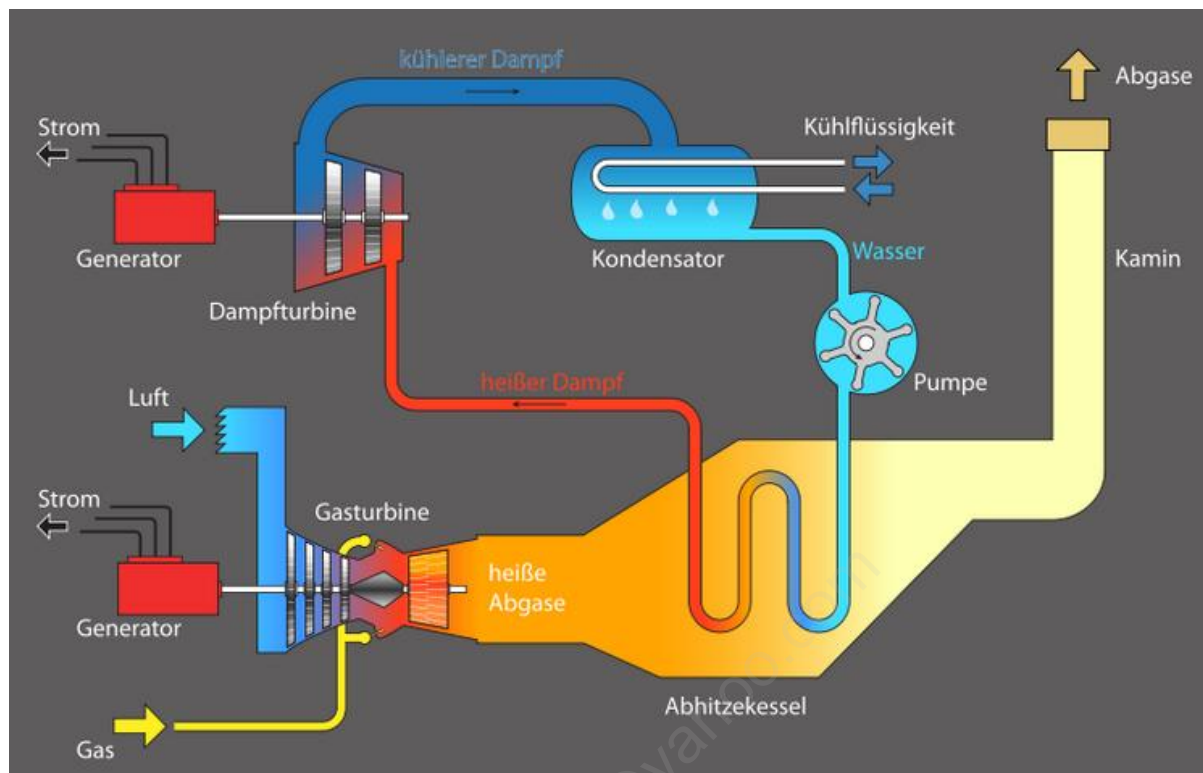
اجزای اصلی واحدهای گازی نیروگاه سیکل ترکیبی

- کمپرسور - محفظه احتراق - اجزای اتاقک احتراق - فرآیند احتراق - توربین - سیستم روغنکاری واحدهای گازی نیروگاه سیکل ترکیبی -
- مسیر سیستم خنک کاری (سیستم کولینگ cooling water) - سیستم تریپ اویل Trip Oil - سیستم سوخت - سیستم هوای کولینگ و سیلینگ - سیستم هوای اتمایزینگ - ژنراتور - ژنراتور و ترانس - ترانسفورماتورها -
- تجهیزات اصلی سیکل کاری واحد بخار
- مسیر بویلرها (سیستم آب کندانسیت) - سیستم کندانسیت - کندانسور - اکستراکشن پمپ و شرایط راه اندازی آن - بوستر پمپ CBP -
- سیستم تأمین خلاء - اجکتور راه انداز (HOGGING EJECTOR) - اجکتور اصلی (HOLDING EJECTOR) - بویلر HRSG (مولد بخار باز یاب حرارتی) - بویلر HRSG - سیستم LP (دیاریتور) - اجزاء سیستم LP - گاز زدائی در دیاریتور -
- نحوه عمل کرد سیستم اپراتور -
- سیستم آب تغذیه feed water system - اجزاء سیستم Feed Water System



سیستم روغنکاری فید پمپ FWP
سیستم IP و درام IP و تجهیزات آن
اجزای سیستم HP و درام HP و تجهیزات آن
سیستم BLOW DOWN
سیستم هیدرولیک بویلر
سیستم هوای سیل دایورتر دمپر
اجزاء سیستم روغنکاری توربین بخار - سیستم روغن کنترل
توربین بخار -
سیستم سیل توربین
سیستم بای پس بخش بخار
حفاظت های توربین بخار
سیستم خنک کاری اصلی Main cooling
اجزاء و سیستم های موجود در سیستم خنک کاری اصلی
هیدروتوربین
سیستم کنترل سطح (M.C Water balance)
سیستم AUXILIARY COOLING
اجزاء سیستم AUXILIARY COOLING







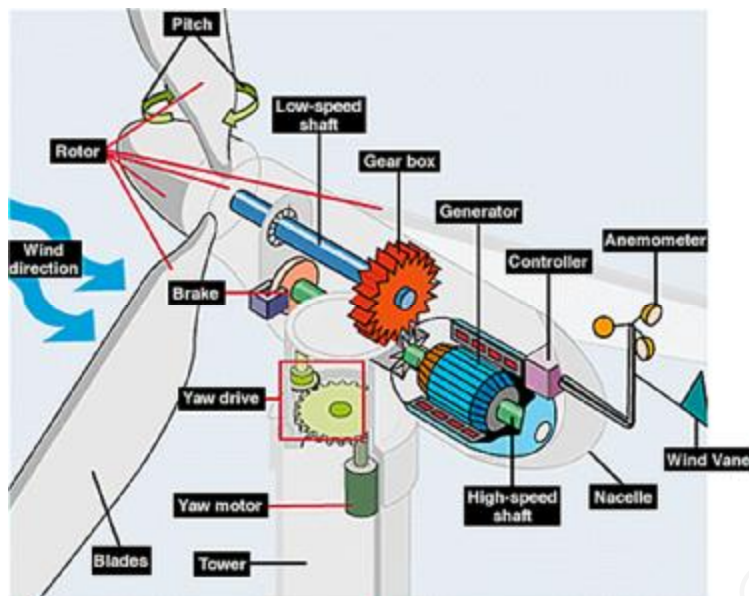


توربین بادی

توربین بادی به توربینی گفته می‌شود که برای تبدیل انرژی جنبشی باد به انرژی مکانیکی به کار می‌رود.

اجزای تشکیل دهنده توربین بادی:

باد سنج (Anemometer): این وسیله سرعت باد را اندازه گرفته و اطلاعات حاصل از آن را به کنترل کننده‌ها انتقال می‌دهد.



پره‌ها (Blades): بیشتر توربین‌ها دارای دو یا سه پره می‌باشند. وزش باد بر روی پره‌ها باعث بلند کردن و چرخش پره‌ها می‌شود.

ترمز (Brake): از این وسیله برای توقف موتور در مواقع اضطراری استفاده می‌شود. عمل ترمز کردن می‌تواند به صورت مکانیکی، الکتریکی یا هیدرولیکی انجام گیرد.

کنترلر (Controller): کنترلر زمانی که سرعت باد به ۸ تا ۱۶ mph می‌رسد ماشین را، راه‌اندازی می‌کنند و وقتی سرعت از ۶۵ mph بیشتر می‌شود دستور خاموش شدن ماشین را می‌دهند. این عمل از آن جهت صورت می‌گیرد که توربین‌ها قادر نیستند زمانی که سرعت باد به ۶۵ mph می‌رسد حرکت کنند، زیرا ژنراتور به سرعت به حرارت بسیار بالایی خواهد رسید.

گیربکس (Gear box): چرخ دنده‌ها به شفت پایین متصل هستند و آن‌ها از طرف دیگر همان‌طور که در شکل مشخص شده به شفت با سرعت بالا متصل می‌باشند و افزایش سرعت چرخش از ۳۰ تا

۶۰ rpm به سرعتی حدود ۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰ rpm را ایجاد می‌کنند. این افزایش سرعت برای تولید برق توسط ژنراتور الزامیست. هزینه ساخت گیربکس‌ها بالاست درضمن گیربکس‌ها بسیار سنگین هستند. مهندسان در حال انجام تحقیقات گسترده‌ای می‌باشند تا درایوهای مستقیمی کشف نمایند و ژنراتورها را با سرعت کمتری به چرخش درآورند تا نیازی به گیربکس نداشته باشند.

ژنراتور (Generator): که وظیفه آن تولید برق متناوب می‌باشد و بیشتر از نوع ژنراتورهای القایی می‌باشد.

شفت با سرعت بالا (High-speed shaft): که وظیفه آن به حرکت درآوردن ژنراتور می‌باشد.

شفت با سرعت پایین (Low-speed shaft): رتور حول این محور چرخیده و سرعت چرخش آن ۳۰ تا ۶۰ دور در دقیقه می‌باشد. روتور (Rotor): بال‌ها و هاب به روتور متصل هستند.

برج (Tower): برج‌ها از فولادهایی که به شکل لوله درآمده‌اند ساخته می‌شوند. توربین‌هایی که بر روی برج‌هایی با ارتفاع بیشتر نصب شده‌اند انرژی بیشتری دریافت می‌کنند.

جهت باد (Wind direction): توربین‌هایی که از این فناوری استفاده می‌کنند در خلاف جهت باد نیز کار می‌کنند در حالی که توربین‌های معمولی فقط جهت وزش باد به پره‌های آن باید از روبرو باشد.

باد نما (Wind vane): وسیله‌ای است که جهت وزش باد را اندازه‌گیری می‌کند و کمک می‌کند تا جهت توربین نسبت به باد در وضعیت مناسبی قرار داشته باشد.

درايو انحراف (Yaw drive): وسیله ایست که وضعیت توربین را هنگامیکه باد در خلاف جهت می‌وزد کنترل می‌کند و زمانی استفاده می‌شود که قرار است روتور در مقابل وزش باد از روبرو قرار گیرد، اما زمانی که باد در جهت توربین می‌وزد نیازی به استفاده از این وسیله نمی‌باشد.

موتور انحراف (Yaw motor): برای به حرکت درآوردن دراو انحراف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

مولد مقیاس کوچک تولید پراکنده = Distributed Generation DG

پارامترهای الکتریکی شبکه برق

ولتاژهای خط ، فاز ، متوسط و نول - True RMS

جریان های فاز ، متوسط و نول - True RMS

توان های اکتیو و راکتیو فاز و کل

ضریب توان فاز

THD ولتاژ و جریان فاز

فرکانس

دما

کنتور با تعرفه اکتیو و راکتیو با تنظیم ساعت تعرفه

مقادیر ماکزیمم و مینیمم تمامی پارامترها همراه با ساعت و تاریخ و روزانه

کلیه پارامترها در هنگام قطع و وصل ولتاژها و تغذیه دستگاه

کلیه پارامترها در هنگام تغییرات مثلاً بیش از 10٪ ولتاژ

فلیکر ولتاژ

*** اگر تجهیز یا سیستمی تهیه میشود باید قابلیت - اندازه گیری - نمایش - ثبت مقادیر - پوشش و پشتیبانی - نگهداری اطلاعات برای مدت ؟ - ثبت اطلاعات با تایم تگ برای ثبت پریودیک اطلاعات - تقویم شمسی با پشتیبانی شش ماه اول و دوم - قابلیت تخلیه اطلاعات روی هارد سی دی فلش - قابلیت بارگذاری اطلاعات از نزدیک و از راه دور - قابلیت کالیبراسیون - قابلیت ثبت انواع کنتورها با تعرفه های متفاوت - ثبت ماکزیمم و مینیمم - ثبت اطلاعات حین قطع و وصل - انواع ورودی CT و PT و ورودی ولتاژ حفاظت شده و جریان ایزوله - پشتیبانی از استانداردها و پروتکلها و پورت ها - پورت RS485 و پشتیبانی پروتکل MODBUS - استانداردهای IEC61036 , IEC61268 و IEC60736 - استانداردهای IEC61439-1 و IEC62

• امکان به کار گیری GSM , GPRS , Wifi , USB و بلوتوث جهت انتقال اطلاعات - دارای صفحه نمایش لمسی 5 اینچ

• پشتیبانی از سامانه های موقعیت یابی جهانی GPS , GLONASS , GSLILEO , SBAS و QZSS

• خطای اندازه گیری دستگاه (ولتاژ و جریان) حداکثر 1٪

پارامترهای شبکه توزیع

ضریب بار

$$\text{ضریب بار} = \frac{\text{متوسط انرژی مصرفی (kWh)}}{\text{پیک بار (kW)}} \times \frac{1}{\text{بازه زمانی (h)}}$$

ضریب تلفات

$$\text{ضریب تلفات} = \frac{\text{تلفات متوسط برحسب وات یا کیلووات}}{\text{تلفات بار پیک برحسب وات یا کیلووات}}$$

ضریب توان

نسبت توان حقیقی متوسط به توان ظاهری

چگالی بار

$$\text{چگالی بار} = \frac{\text{میزان بار منطقه}}{\text{مساحت منطقه}}$$

چگالی بار شهری و روستایی

ضریب بهره برداری از ترانسفورماتور

ریکلوزر

اصلاح ولتاژ AutoBooster 19kv به 20kv

انواع شبکه (بهم پیوسته – ایزوله)

شبکه به هم پیوسته :

شبکه ای است که می تواند به صورت ملی و یا فراملی در وظیفه اصلی خود قابل تنظیم باشد به طوریکه هم از نظر اقتصادی و هم از نظر کارایی بتواند درخواست های انرژی برق را با تولید آن به سطح بهینه برساند

خارج از شبکه (ایزوله) :

شبکه های منطقه ای، استانی و یا شبکه های جزیره ای که به شبکه های مجاور یا شبکه بهم پیوسته سراسری ارتباط و اتصال نداشته باشند .

sedighias220@yahoo.com

در تهیه این جزوه از مسئولین بهره برداری برق منطقه فارس و صفحات اینترنت و اطلاعات شخصی خودم استفاده شده است

پایان

در هر حرفه ای که هستید نه اجازه دهید که به بدبینیهای بیحاصل آلوده شوید و نه بگذارید که بعضی لحظات تاسف بار که برای هر ملتی پیش می آید شما را به یاس و ناامیدی بکشاند. در آرامش حاکم بر آزمایشگاهها و کتابخانه هایتان زندگی کنید .

نخست از خود بپرسید : " برای یادگیری و خودآموزی چه کرده ام ؟ "

سپس همچنان که پیشتر میروید بپرسید : " من برای کشورم چه کرده ام ؟ "

و این پرسش را آنقدر ادامه دهید تا به این احساس شادبخش و هیجان انگیز برسید که شاید سهم کوچکی در پیشرفت و اعتلای بشریت داشته اید.

اما هر پاداشی که زندگی به تلاشهایمان بدهد یا ندهد هنگامی که به پایان تلاشهایمان نزدیک میشویم هر کدامان باید حق آن را داشته باشیم که با صدای بلند بگوییم " من آنچه در توان داشته ام انجام داده ام " لوئی پاستور 1895