

بسمه تعالی

دانشگاه علم و صنعت ایران - دانشکده مهندسی برق

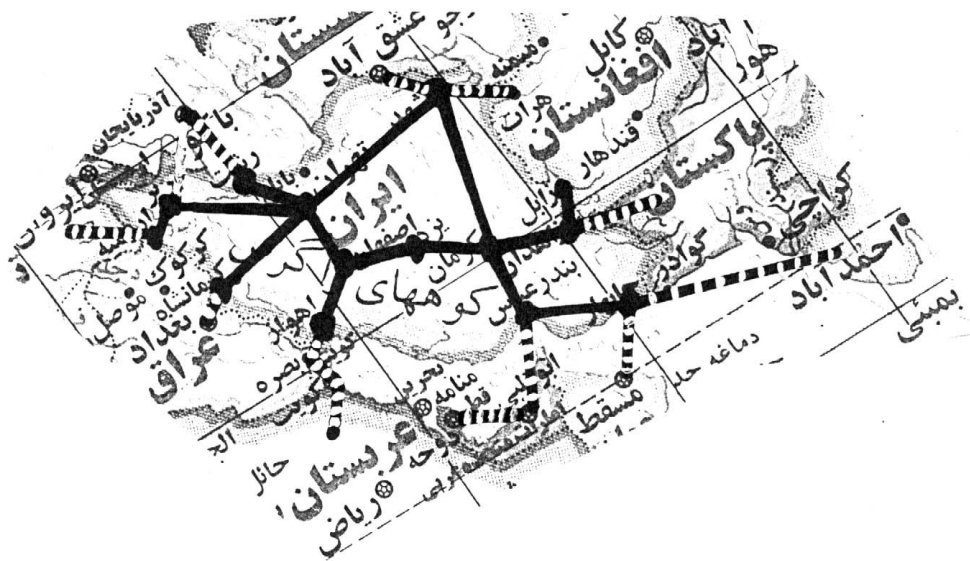
مسئله درس سیستم‌های HVDC

با عنایت به اینکه آمار نشان می‌دهد که در سال ۱۳۷۷ حدود ۲۴ گیگاوات نیروگاه فعال در کشور وجود داشته و با احتمال رشد تقریبی ۱۰ درصدی و با توجه به خطوط انتقال ۴۰۰، ۲۳۰، ۱۳۲ و ۶۳ کیلوولت کشور و نظر به هزینه حمل سوخت بهر شکل ممکن آن و با لحاظ کردن سیاست جمهوری اسلامی ایران در توسعه و برقراری ارتباط خطوط انتقال انرژی الکتریکی بین کشورهای همسایه و منطقه، مسئله ذیل را با امید به اینکه مشابه چنین وضعیتی در آینده نزدیکی بدست متخصصین ایرانی داشته باشیم، مطرح می‌گردد، دقت در حل منطقی مسئله و کوشش در پیدا کردن روش‌ها و استراتژی‌های اساسی انتظار می‌باشد.

با بررسی نقشه و جدول پیشنهادی ذیل برای قدرت‌های الکتریکی هر خط و اینکه؛

- (الف) ولتاژ خطوط جریان مستقیم را ± 500 کیلوولت در نظر بگیریم و در دو مرحله خطوط را آماده سازی نمائیم.
- (ب) در بعضی از محل‌ها ولتاژ پائین‌تر مثلاً ± 80 کیلوولت و در بعضی از مکانها ولتاژ ± 25 کیلوولت نیاز خواهد بود.
- (ج) در بعضی مناطق کشور استعداد انرژی باد، انرژی امواج دریا، انرژی خورشیدی را داریم و احتمالاً با ولتاژهای ± 25 و ± 15 کیلوولت و حتی ± 500 ولت امکان استفاده و پایدار سازی این قدرت‌ها خواهد بود.
- (د) در بعضی مناطق دوردست مسئولین نیازی به داشتن نیروگاه فعال را ضرورت نمی‌دانند و می‌توان از طریق تبدیل‌های AC به DC و مستقیماً به AC تبدیل گردد.
- (ه) احتمال اینکه با توجه به کانالهای ایجاد شده و نیاز در مناطقی از شهرهای بزرگ توزیع قدرت به صورت DC انجام گردد (مشابه کاری که در شهر تهران و در سه محور با ولتاژ ۲۳۰ کیلوولت انجام شده است)
- (و) با عنایت به جزایر کشور در خلیج فارس و اینکه آیا نیروگاه فعال دارند یاخیر می‌توان به آنها از طریق DC و با کابل دریائی قدرت رسانی کرد. (مشابه کارهای که با کابل زیر دریائی AC و یا خط هوائی AC انجام شده است).

تهران - اصفهان اصفهان - یزد	تهران - کرمانشاه	تهربز - ارومیه	تهران - تبریز	تهران - رشت	تهران - مشهد مشهد - کرمان	خط بین
۲	۳	۱	۲	۱	۲	قدرت برحسب گیگا وات
زاهدان - زابل	بندرعباس - چابهار	کرمان - بندرعباس	کرمان - زاهدان	یزد - کرمان	اصفهان - اهواز	خط بین
۱	۱	۴	۲	۳	۲	قدرت برحسب گیگا وات



(خطوط پر) خطوط رویائی انتقال جریان مستقیم در سطح کشور

(خطوط خط چین) ارتباط رویائی خطوط AC و DC با کشورهای همسایه

قسمت اول

با عنایت به بند (الف) و جدول فوق ملاحظه می‌نمائیم که قدرت مورد انتظار در شبکه و بین نقاط مختلف کشور و با

توجه به دو مرحله‌ای بودن آن اعداد ۰/۵، ۱، ۱/۵ و ۲ گیگاوات و با فرض ولتاژ ۵۰۰ کیلوولت مطلوبست:

۱- محاسبه ترانسفورماتورهای مورد نیاز را انجام داده و سعی کنید در مورد نوع اتصالات، ولتاژها و دیگر مشخصات

ترانسها کار نمائید و نتیجه‌ها اعلام گردد.

۲- مبدل‌های مورد نیاز را محاسبه و عناصر و ملزومات را مشخص کنید.

- ۳- نحوه تأمین توان‌های راکتیو را بررسی و با توجه به چهار رده قدرت فوق‌الذکر محاسبات لازم را انجام دهید.
- ۴- هارمونی‌های جریان را محاسبه و فیلترهای مورد نیاز را اعلام نمایید.
- ۵- هارمونیهای ولتاژ را محاسبه نمایید و فیلترهای لازم را طراحی کنید.
- ۶- مدارهای حفاظتی مانند اسنابرها، مقاومت‌های متعادل‌کننده - برقی‌ها را طراحی و نتایج را با وضوح کامل اعلام نمایید.
- ۷- مطلوبست محاسبه و طراحی سلف‌های صافی خط جریان مستقیم.
- ۸- مدارهای فرمان این نوع سیستم‌ها را طراحی نمایید.
- الف) مدار فرمان کابلی و چگونگی آن
- ب) مدارهای فرمان نوری، چگونگی، مزایا و معایب آن را بررسی نمایید.
- ۹- در مورد سیستم‌های ارتباطی بین دو مبدل که تبادل قدرت می‌نمایند و انتظارات از این نوع سیستم‌ها را بررسی و اعلام نمایید.
- ۱۰- در صورتیکه بتوانیم اطلاعات مربوط به جریان، و ولتاژهای لحظه‌ای طرف AC و طرف DC هر مبدل را با فرکانس f جمع‌آوری نماییم.
- اولاً: مقدار حداقل قابل قبول f جقدر می‌باشد.
- ثانیاً: با فرض اینکه این اطلاعات بطور لحظه‌ای مورد نیاز اطاق فرمان هر مبدل می‌باشد و با تأخیری نه چندان زیاد باید به اطلاع اطاق فرمان مبدل تبادل‌کننده و اطاق فرمان اصلی برسد و در حد ممکن باید همزمان نیز به اطلاع رئیس کل (دیسپاچینگ) ارسال شود. زمان‌های مورد انتظار را بررسی و اعلام نمایید.
- ۱۱- با توجه به حساسیت شبکه و اینکه نباید قطعی برق ایجاد گردد آسیب‌پذیری‌های شبکه از طرف عوامل اجتماعی را بررسی نمایید و نحوه مقابله با آنها را اعلام دارید.
- ۱۲- با عنایت به اینکه سیستم باید مرتباً مورد بازمینی و تعمیر قرار گیرد. زمان معقول برای اینکار را چه مدت پیشنهاد می‌نمایید، چرا؟ چگونگی و نحوه کار را اعلام نمایید.
- ۱۳- با توجه به اینکه سیستم‌های HVDC از حساسیت و اثر گذاری ویژه‌ای در مورد نحوه کنترل دارند چه نوع کنترل‌هایی را پیشنهاد می‌نمایید، چرا؟

۱۴- با عنایت به اینکه عموماً شبکه‌های AC بموازات شبکه‌های فوق‌الذکر وجود دارند ، مسائل پایداری دینامیکی سیستم را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهید.

۱۵- با توجه به آسیب‌های ممکنه از سوی عوامل اجتماعی آیا کابل زیر زمینی را در مکان‌های مختلف پیشنهاد می‌نمائید ، بلحاظ مسائل مختلف از آنجمله مسئله اقتصادی ، مورد تحلیل علمی قرار گیرد.

۱۶- با توجه به اینکه منابع سوختی و یا سدهای تأمین‌کننده انرژی در مناطق خاص قرار دارد آیا پیشنهاد می‌نمائید که منابع و مبدل‌های HVDC در آن مکان‌ها قرار گیرد ، چرا ، بررسی دقیق مد نظر می‌باشد.

۱۷- با توجه به ولتاژ مورد نظر مسائل و فواصل عایقی بین اعضاء مختلف مبدل‌ها ، فیلترها و کابل‌های ارتباطی چگونه باید باشد ، بررسی و تحلیل نمائید.

۱۸- آیا بلحاظ مسایل سیاسی جهانی از طرفی و دشمنی‌های بعضی قدرت‌ها از طرف دیگر - تا چه حد رویای وصل شبکه برق کشور به حداقل ده کشور مجاور را عملی می‌بینید ، چرا ؟

۱۹- نظر به اینکه در HVDC نقاط مختلف ، با فرکانس‌های مختلف احتمالاً به هم وصل می‌شوند ، آیا تفاوت فرکانسی در حد Δf تأثیر در سیستم‌ها دارد یا خیر ، چرا ؟

۲۰- تپ‌چنجرهای ترانسفورماتورها باید چگونه باشد ، اصولاً آیا نیاز هست یا خیر ؟ چرا ؟

الف) بنظر شما تپ‌چنجرها باید چند درصد تغییرات ایجاد نمایند ؟

ب) تپ‌چنجرها باید بدون بار یا با بار عمل نمایند ؟ چرا ؟

۲۱- فضای مورد نیاز برای هر مبدل را محاسبه و اعلام نمائید ، دلایل کافی به‌همراه داشته باشید.

۲۲- برای دکل‌ها و خط‌های هوایی مورد نیاز چه پیشنهاداتی را دارید ، بطور مشروح بررسی و بیان نمائید.

۲۳- در مواردیکه کابل زیرزمینی یا زیرآبی را پیشنهاد می‌نمائید ، مشخصات کابل‌ها چه باید باشد ، چرا ؟

۲۴- چنانچه بخواهیم از خط ۴۰۰ کیلوولت AC و یا ۵۰۰ کیلوولت DC قدرت نسبتاً کمی برای تغذیه شهرک کوچکی استفاده نمائیم روش‌های پیشنهادی شما کدام است و چگونگی آنها را محاسبه ، طراحی و اعلام نمائید.

قسمت دوم

در صورتیکه در بعضی نقاط کشور ، بخواهند ولتاژ ۲۵ ± و یا ۸۰ ± کیلوولت را داشته باشند ،

الف) حداکثر قدرت مورد انتقال ، با توجه به شناختی که در حل مسایل فوق آشنا شدید چقدر خواهد بود ، چرا؟

(ب) مسافت‌های قابل قبول برای این ولتاژها حداکثر چقدر خواهد بود ، چرا ؟

(ج) دلایل استفاده از چنین ولتاژهایی را شما چه می‌بینید ؟

(د) سعی نمائید انتقال قدرت الکتریکی با ولتاژهای ± 25 کیلوولت را با ولتاژهای سه فازه ۲۰ کیلوولت ۲ مداره و ولتاژهای ± 80 کیلوولت را با ولتاژهای سه فازه ۶۳ کیلوولت ۲ مداره مقایسه و بلحاظ اقتصادی و فنی نظرات منطقی و مستدلی را بیان نمائید.

(ه) بنظر شما حفاظت و کنترل این دو نوع شبکه (AC و DC) کدام ساده‌تر ، ارزاتر و مطمئن‌تر می‌باشد.

قسمت سوم

با عنایت به اینکه در بعضی نقاط کشور استعداد زیادی در مورد انرژی باد وجود دارد ، مطلوبست :

(الف) بررسی و تعیین معیارهایی برای استفاده اقتصادی از این انرژی

(ب) در صورتیکه اقتصادی بودن استفاده ، محرز گردد چه نوع ژنراتوری را استفاده خواهید کرد و چرا ؟

(ج) آیا می‌توانید مستقیماً این انرژی را به شبکه AC بریزید ، چرا ؟

(د) چنانچه بخواهیم از تئوری سیستم‌های HVDC استفاده نمائیم ، طرح لازم را ارائه دهید ، ولتاژ طرف جریان مستقیم را چقدر در نظر خواهید گرفت ، چرا ؟

(ه) مسایل پایداری ، حفاظت و کنترل در اینحالت کدامند ، بررسی و تحلیل نمائید.

(و) آیا نمی‌شد از ژنراتورهای DC بجای AC استفاده نمائیم ، چه تفاوتی و چه مزایا و معایبی دارد ؟

(ز) فکر می‌کنید استعداد کشور در این زمینه معادل چند مگاوات قدرت در سال خواهد بود ؟

در مورد انرژی امواج دریا ؛

(الف) اصولاً چگونه قابل استحصال می‌باشد ؟

(ب) کدام کشورها از این نوع انرژی استفاده می‌نمایند ؟

(ج) با عنایت به مطالعاتی که انجام دادید نوع ژنراتور مورد استفاده را چه پیشنهاد می‌نمائید ، چرا ؟

(د) آیا معیارهایی برای استفاده اقتصادی از این انرژی در دنیا تعیین شده است ، چرا و چگونه ؟

(ه) آیا نمی‌شود مستقیماً ژنراتور مورد استفاده به شبکه AC و از طریق ترانسفورماتور متصل گردد.

(و) نحوه کار ، ولتاژها ، حفاظت‌ها و کنترل پیشنهادی شما کدامست ، چرا ؟

- ز) تخمین شما از میزان این انرژی برحسب مگاوات سال چقدر خواهد بود؟
- در مورد انرژی خورشیدی و با عنایت به اینکه کشور ما در اکثر نقاط و در بیشترین مناطق آفتاب درخشانی را دارد و اینکه بنظر می‌رسد تولید این نوع سلول‌ها در حال توسعه و ارزانی می‌باشد.
- الف) بررسی نمائید ، اصلاً مبحث جمع آوری این نوع انرژی بصلاح می‌باشد یا خیر ؟
- ب) چنانچه خواسته باشند این انرژی به شبکه برق متصل شود ، چگونگی را بیان نمائید.
- ج) ولتاژ مطمئن را برای ماتریس سلول‌ها چقدر تعیین می‌نمائید ، چرا ؟
- د) استحصال قدرت از این ولتاژ چگونه خواهد شد مدار پیشنهادی را رسم و در مورد میزان تخمینی این قدرت با توجه به شرایط فعلی سلول‌های خورشیدی چقدر می‌باشد ؟
- هـ) برای اینکه در حیطة این فاز از انرژی بیشترین مقدار دست پیدا نمائیم چه باید کرد ، مزیت‌ها و معایب را بررسی و اعلام نمائید.

قسمت چهارم

- در مورد نقاط دوردست و بدون منبع فعال ، مثلاً جاهائیکه استفاده از ژنراتور برق بدلائل گوناگون امکان ندارد ، ارسال انرژی الکتریکی می‌تواند :
- الف) از طریق شبکه AC باشد ،
- ب) از طریق شبکه DC باشد.
- با فرض اینکه مسافت خیلی زیاد است ، بطوریکه ولتاژ توزیع شبکه سه فازه ۲۰ کیلوولت جوابگو نیست و خط ۶۳ کیلوولت نیز بدلائل مختلفی صلاح نباشد.
- الف) بررسی کنید فاصله حداکثر را برای ولتاژ ۲۰ کیلوولت و حداکثر قدرت الکتریکی که می‌توان بطور اقتصادی از این شبکه ۲۰ کیلوولت یک مداره انتقال داد.
- ب) آیا اگر بجای شبکه ۲۰ کیلوولت تک مداره از ولتاژ ۲۷ کیلوولت و یا ± ۲۷ کیلوولت جریان مستقیم استفاده نمائیم ، میزان قدرت انتقالی افزایش خواهد داشت ؟ در هر حالت چگونگی را بررسی نمائید.
- ج) با فرض اینکه در محل مورد نظر جهت استفاده از ترانسفورماتور ۲۰ کیلوولت به ۴۰۰ ولت استفاده می‌شود ، میزان قدرت این ترانسفورماتور را محاسبه و اعلام نمائید.

د) نحوه کار را بررسی دقیق نمائید و فرکانس کار سیستم را چقدر انتخاب می کنید.

ه) در صورتیکه این منطقه یک محلی برای آزمایش سیستم های الکتریکی با ولتاژ و فرکانس دلخواه باشد ؛

اولاً : چگونگی تغییر دادن فرکانس و ولتاژتان را بیان نمائید،

ثانیاً : بر روی دستگاه های خانگی ، صنعتی و تجاری موجود ، اعم از AC و DC ، فرکانس و ولتاژ چه نقشی دارد ؟

ثالثاً : اگر در این محل مختار باشید وسایل و لوازم را برای هر ولتاژ و فرکانس دلخواهتان طراحی و بسازید واقعاً چه

ولتاژ و فرکانسی را انتخاب می کنید. با دلایل علمی مسئله را مورد تجزیه و تحلیل قرار دهید.

و) در صورتیکه برای استفاده از زمین جهت انتقال جریان مستقیم مجاز باشید از خطوط هوایی که برای ۲۰ کیلوولت

یک مداره فرضاً پیش بینی شده ، چگونه استفاده خواهید کرد ؟

ز) مجاز شمردن استفاده از زمین جهت انتقال جریان مستقیم به چه عواملی بستگی دارد. بررسی و دقیقاً شرح دهید.

ح) برای زمین کردن خط DC و عبور جریان چگونه باید عمل کرد ، محاسبات الکترودهای زمین و میزان استفاده و

حفاظت های الکتریکی مورد نیاز را بررسی و اعلام نمائید.

قسمت پنجم

چنانچه بخواهیم با استفاده از کانالهای بزرگی که در شهر احداث و یا ایجاد خواهد شد ، قدرتی حدود ۴۰۰ مگاوات را از

نقطه ای به نقطه دیگری از شهر شلوغ و پر جمعیتی مانند تهران و یا شهرهای بزرگ دیگر داشته باشیم ، کابل های زیر

زمینی مناسب خواهد بود ، در اینصورت :

اولاً با توجه به مقدار قدرت الکتریکی مطروحه ، ولتاژ مورد نیاز جهت انتقال این قدرت را دقیقاً بررسی و اعلام نمائید.

ثانیاً بلحاظ اقتصادی ، مقایسه ای بین این روش و روشی که در خطوط ۲۳۰ کیلوولت زیرزمینی تهران بکار رفته است ،

داشته باشید. مزایا و معایب را نیز بررسی و اعلام نمائید.

ثالثاً در اینحالت آیا صلاح می دانید که از زمین جهت انتقال جریان مستقیم استفاده گردد ، چرا ؟

قسمت ششم

در رابطه با تغذیه جزایر موارد ذیل فرض است ؛

الف) جزایری که منبع فعال الکتریکی ندارند و حدود ۵ مگاوات قدرت نیاز دارند ،

ب) جزایری که شبکه فعال دارند و برای تبادل ۵۰ مگاوات قدرت ، باید پیش‌بینی گردد.

۱- در صورتیکه بخواهند از شبکه AC سه فازه با ولتاژهای ۲۰ کیلوولت و ۶۳ کیلوولت استفاده نمایند ، محدودیت‌ها

کدامست و چگونه باید عمل کنند ؟

۲- اگر چنانچه بخواهند از شبکه DC استفاده گردد ، ولتاژ خط DC و چگونگی کار را بررسی و محاسبه نمائید.

۳- دو طرح فوق روش‌های (۱) و (۲) در صورت امکانپذیری را با هم مقایسه ، مزایا و معایب را توضیح دهید.

۴- در چه شرایطی از زمین AC و DC استفاده خواهید کرد.

۵- کنترل و حفاظت کدام سیستم را مطمئن‌تر می‌بینید ، چرا ؟