پژوهشگاه نیـــرو
وزارت نیـــرو

Bulk Power Transmission Center

مرکز توسعه فناوری سامانه‌های انتقال توان با ظرفیت بالا

نشست تخصصی

"بکارگیری ظرفیت نهفته خطوط انتقال و فوق توزیع"

پژوهشگاه نیرو - معاونت فناوری

مرکز توسعه فناوری سامانه‌های انتقال توان با ظرفیت بالا

بهمن ۱۳۹۵

پژوهشگاه نیـــرو
وزارت نیـــرو

Bulk Power Transmission Center

برنامه نشست

	ارائه	سمت	موضوع	مدت زمان (دقیقه)
۱	برهمندپور	رئیس مرکز	بیان فلسفه استفاده از فناوری DLR	۲۰
۲	جعفریان	معاون مرکز	تشریح مشخصات فنی فناوری DLR و مرور پروژه‌های پیاده‌سازی شده در دنیا	۱۵ تا ۲۰
۳	گیلونژاد گودرزی	مدیر گروه مدیر پروژه	ارائه الگوریتم اجرای فناوری DLR و تشریح نمونه‌ی انجام شده	۱۵ تا ۲۰
۴	گلستانی	مدیرعامل شرکت افرندفناور	تشریح نحوه پیاده‌سازی فناوری DLR	۱۵ تا ۲۰
۵	برهمندپور	رئیس مرکز	تشریح نحوه مشارکت در اجرای فناوری DLR در شرکت‌های برق منطقه‌ای	۱۵ تا ۲۰
۶	نمایندگان شرکت‌های برق منطقه‌ای		پرسش و پاسخ	۲۰ تا ۴۰

پژوهشگاه نیرو

Bulk Power Transmission Center

موضوع ۱:

بیان فلسفه استفاده از فناوری بارگذاری دینامیک خط (DLR)

(Dynamic Line Rating)

ارائه:

همایون برهمندپور

رییس مرکز انتقال توان

مفهوم بارگذاری دینامیک خط

- رابطه‌ی بارگذاری دینامیک خط – استاندارد IEEE738

$$P_J = I_{dc}^{\,2} R_{dc} [1 + \alpha (T_{av} - 20)]$$

$$I_{dc} = \sqrt{\frac{P_C + P_r - P_S}{R_{dc} [1 + \alpha (T_{av} - 20)]}}$$

$$I_{ac} = \frac{I_{dc}}{\sqrt{1.0045 + 0.09 \cdot 10^{-6} I_{dc}}}$$

P_J: توان حرارتی تولیدی خط P_s:حرارت جذبی تابشی هادی P_c:حرارت دفعی جابجایی هادی

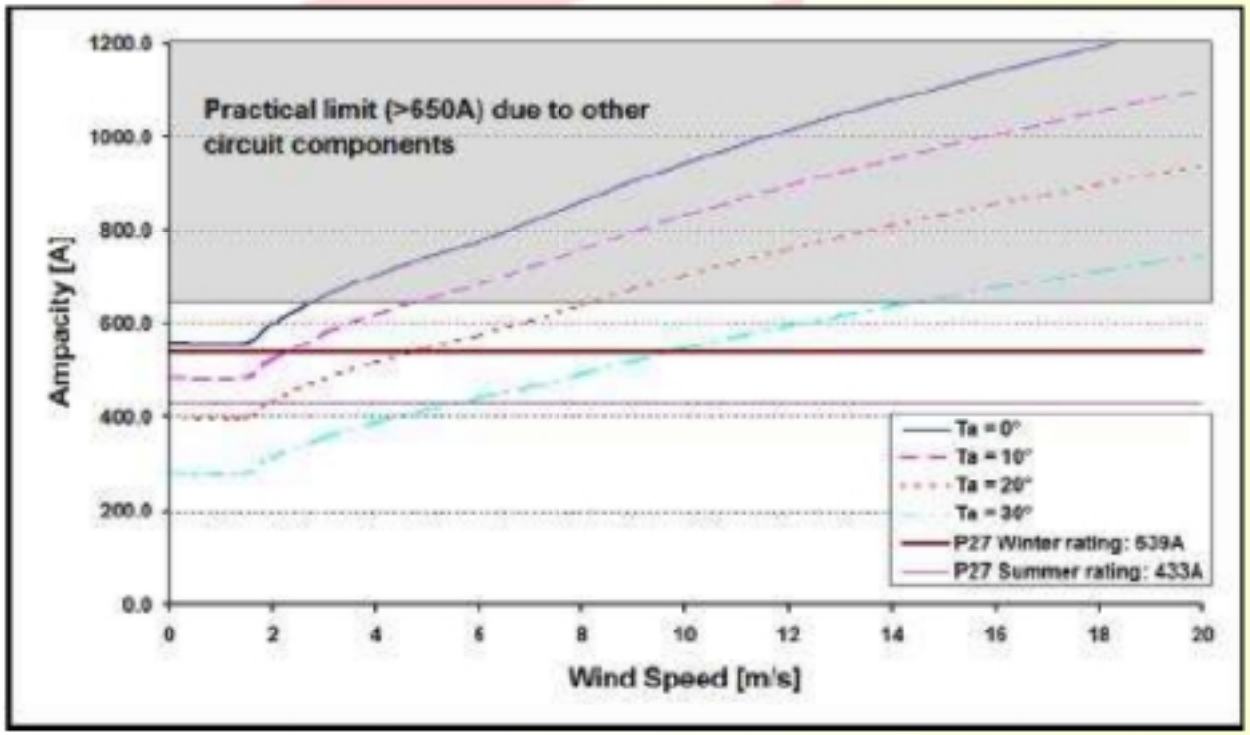
T_{av}: دمای متوسط کاری خط P_r:حرارت دفعی تشعشعی هادی α:ضریب مقاومت حرارتی هادی

پژوهشگاه نیـــرو
وزارت نیـــرو

Bulk
Power
Transmission
Center

بارگذاری دینامیک خط، تابعی از سرعت باد

- تغییرات بارگیری خط بر حسب سرعت باد

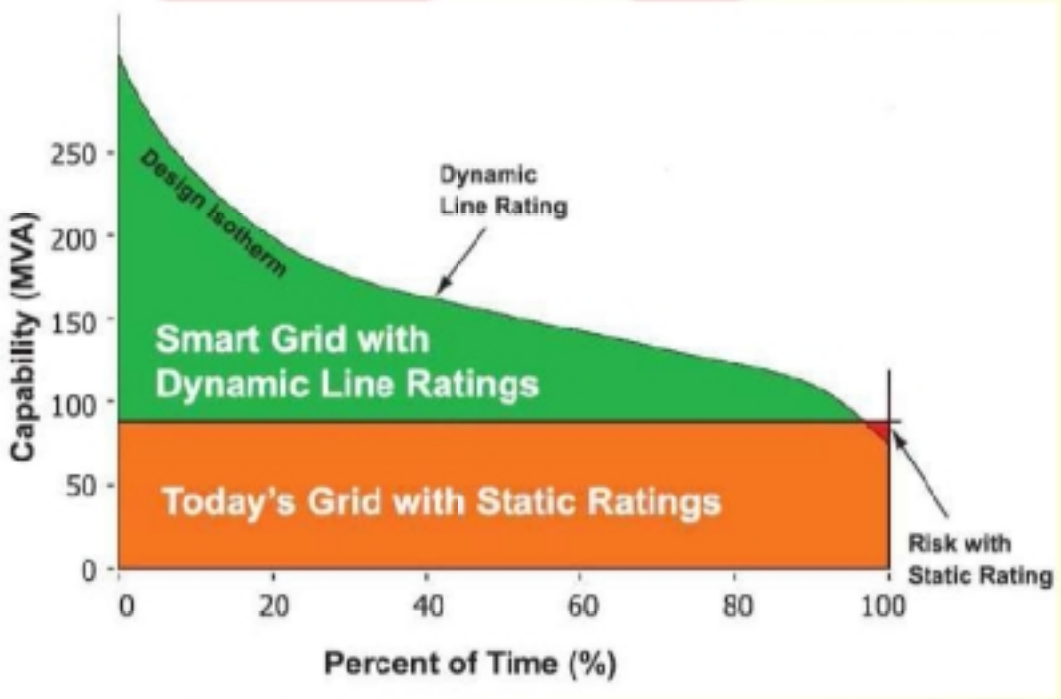


پژوهشگاه نیـــرو
وزارت نیـــرو

Bulk
Power
Transmission
Center

دیدگاه ظرفیت دینامیکی خط

- آزادسازی ظرفیت نهفته خطوط با استفاده از دیدگاه ظرفیت دینامیکی خط



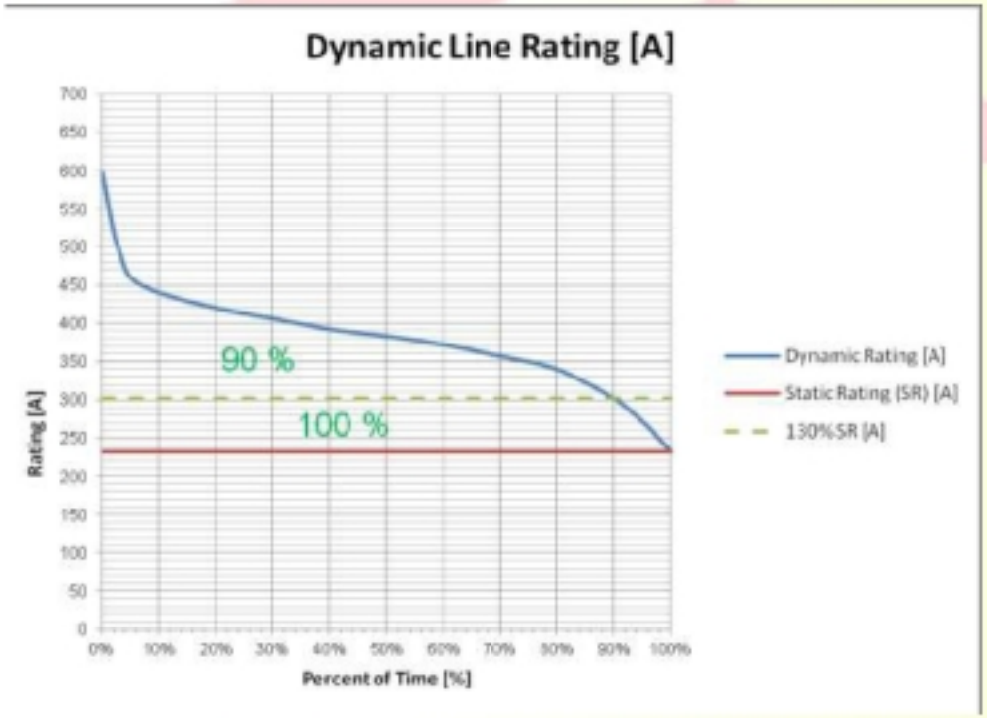
پارامترهای تاثیرگذار

- تاثیر پارامترهای مختلف محیطی در افزایش ظرفیت دینامیک خط
- (ظرفیت استاتیک خط، ۷۸۴ آمپر در دمای ۴۰ درجه است).

	Change in Ampacity	New Ampacity
Ambient Temperature		
2°C fluctuation	+/- 2 % capacity	
10°C drop in ambient	+ 11 % capacity	874 Amperes
Solar Radiation		
Cloud shadowing	+/- a few percent	
Middle of night	+ 18 % capacity	929 Amperes
Wind Increase of 1 m/s		
45° angle	+ 35 % capacity	1060 Amperes
95° angle	+ 44 % capacity	1130 Amperes

دیدگاه ظرفیت دینامیکی خط

- نحوه‌ی استفاده از ظرفیت نهفته خطوط با استفاده از دیدگاه ظرفیت دینامیکی خط

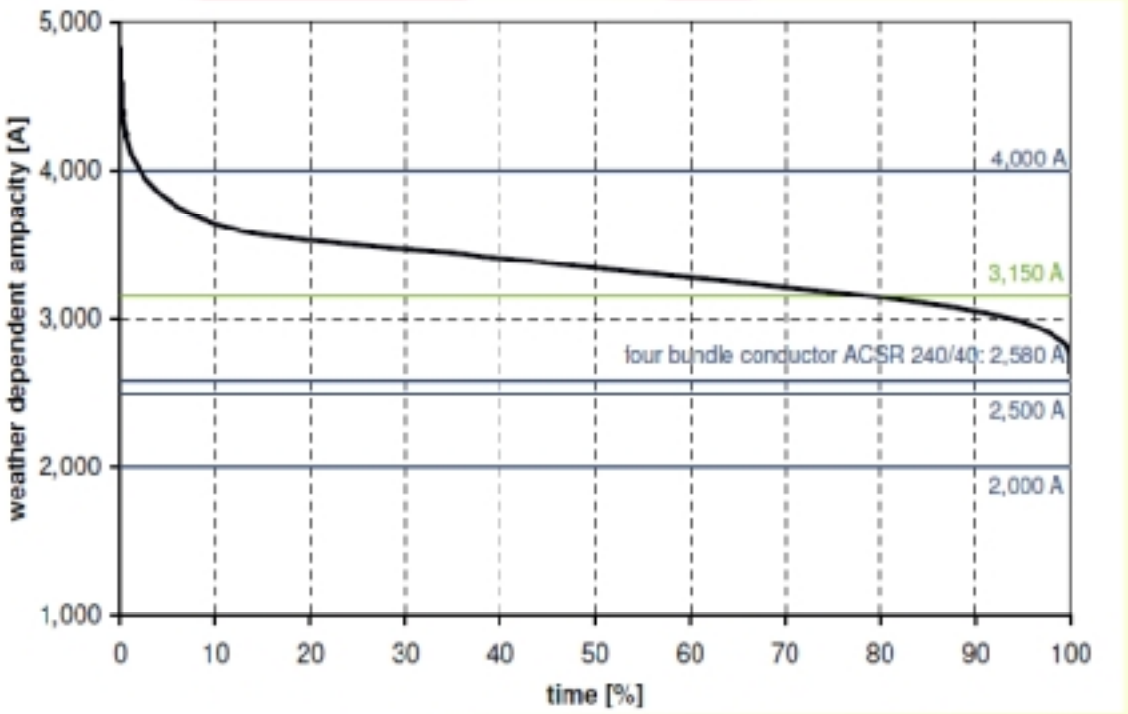


پژوهشگاه نیـــرو
وزارت نیـــرو

Bulk
Power
Transmission
Center

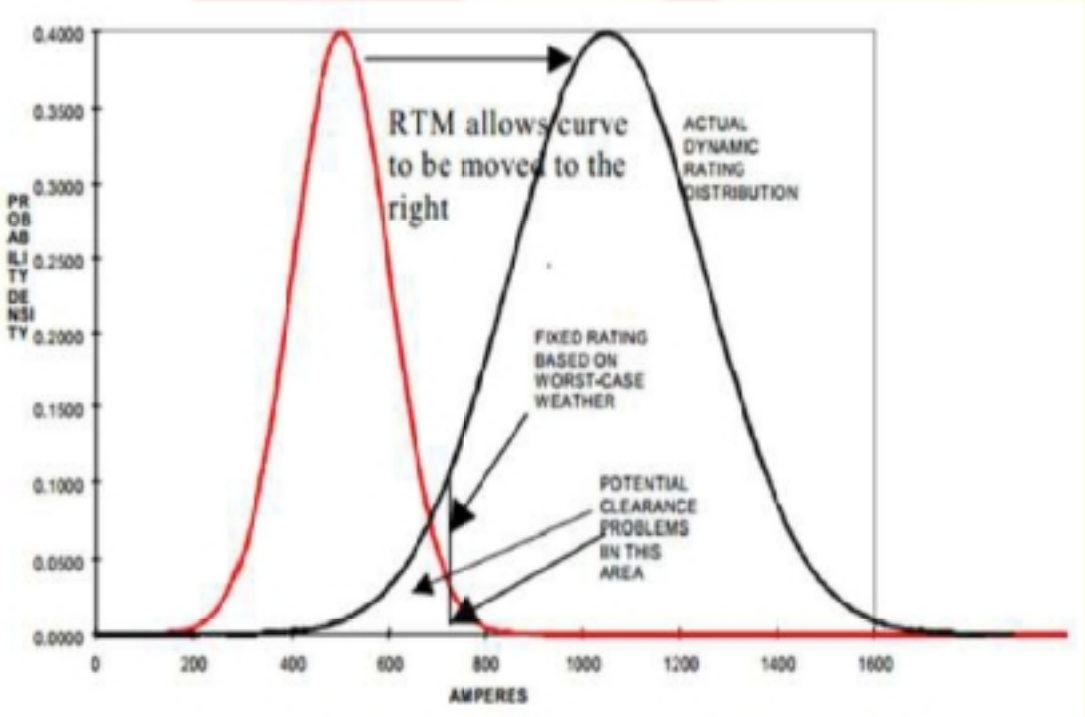
ظرفیت خط برحسب زمان

- تغییرات ظرفیت خط با شرایط آب و هوایی بر حسب زمان



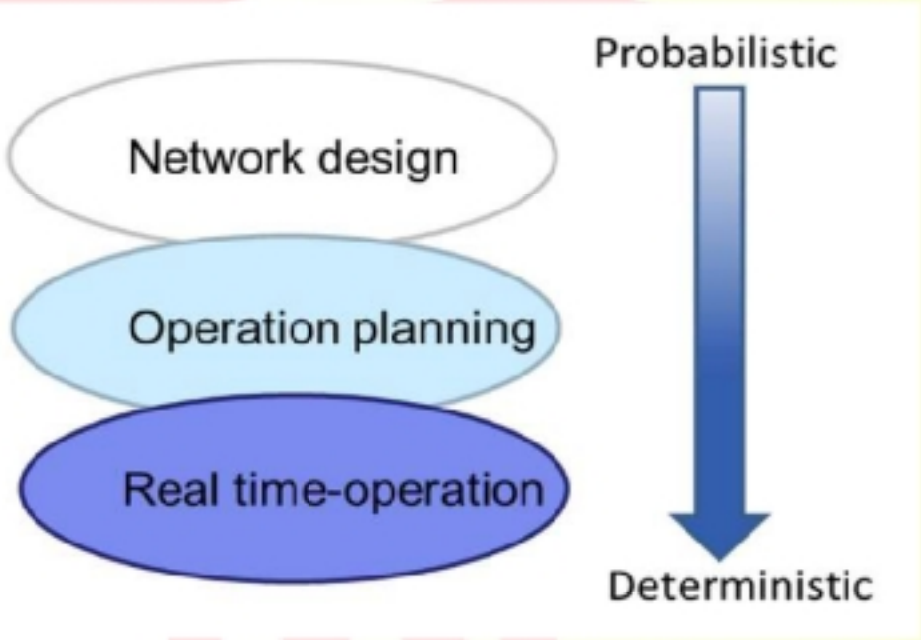
احتمال بار و ظرفیت

- منحنی تابع توزیع چگالی احتمال بار و ظرفیت



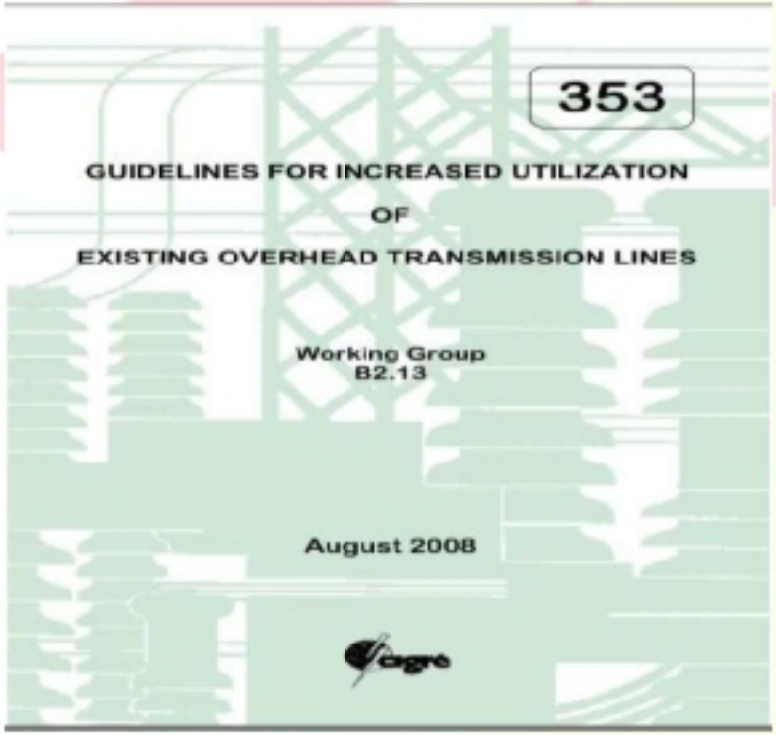
تقسیم‌بندی بازه‌ی مطالعات DLR

- بازه‌های زمانی مطالعات ظرفیت نهفته (دینامیک) خط



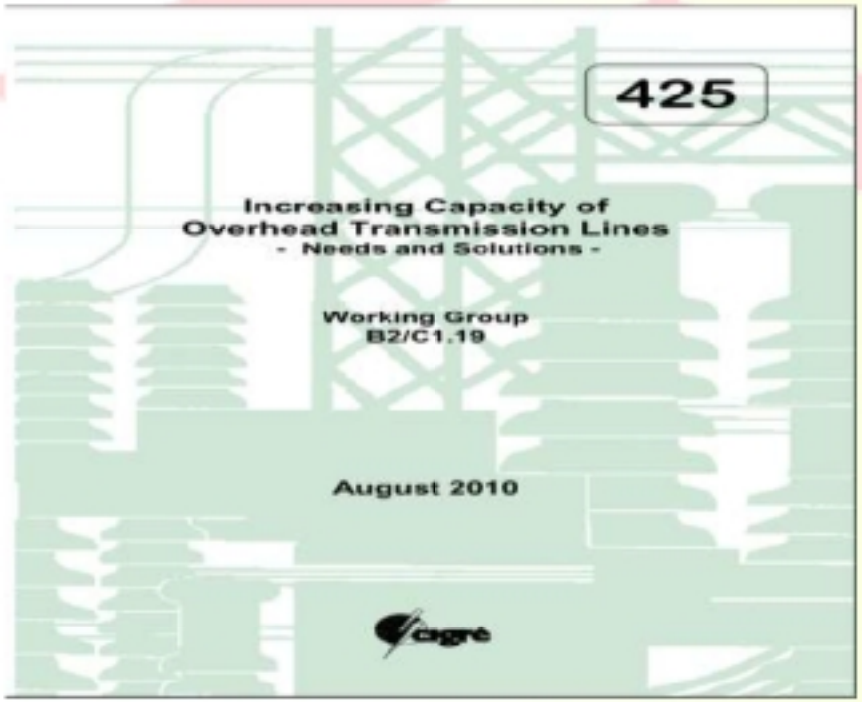
مستندات ۱

- مستندات سیگره در خصوص افزایش ظرفیت خط توسط دیدگاه ظرفیت دینامیک



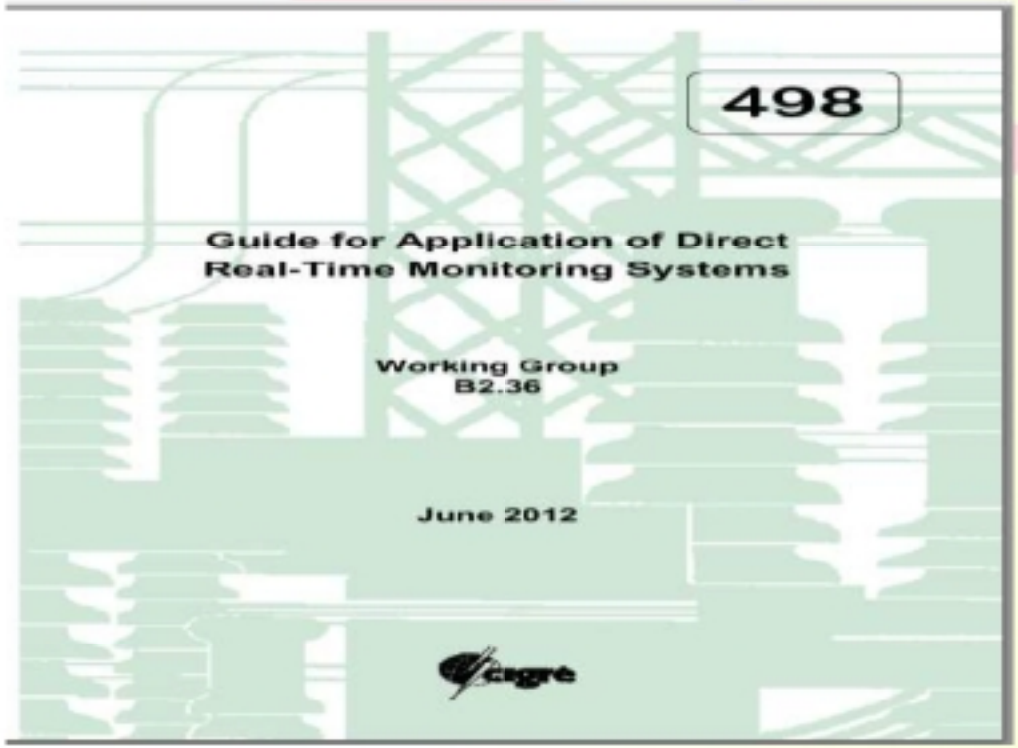
مستندات ۲

- مستندات سیگره در خصوص افزایش ظرفیت خط توسط دیدگاه ظرفیت دینامیک



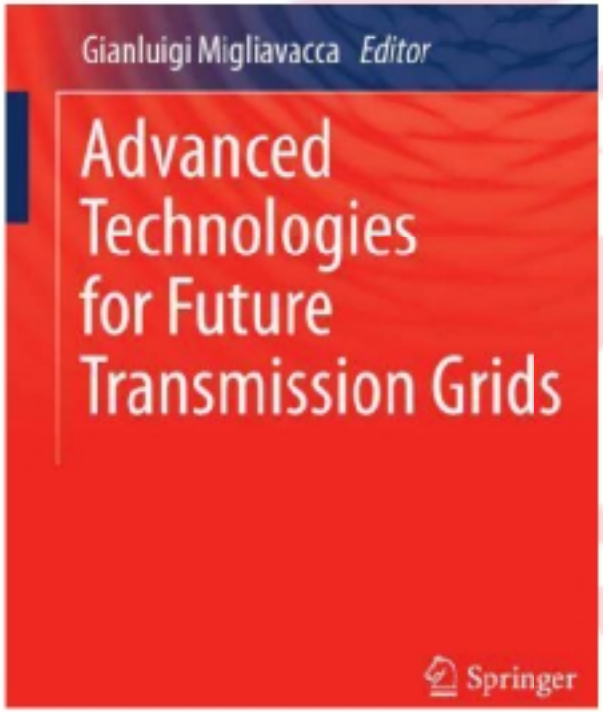
مستندات ۳

- مستندات سیگره در خصوص افزایش ظرفیت خط توسط دیدگاه ظرفیت دینامیک



مستندات ۴

- کتاب "فناوری‌های پیشرفته برای شبکه‌های انتقال آینده" (۲۰۱۳)



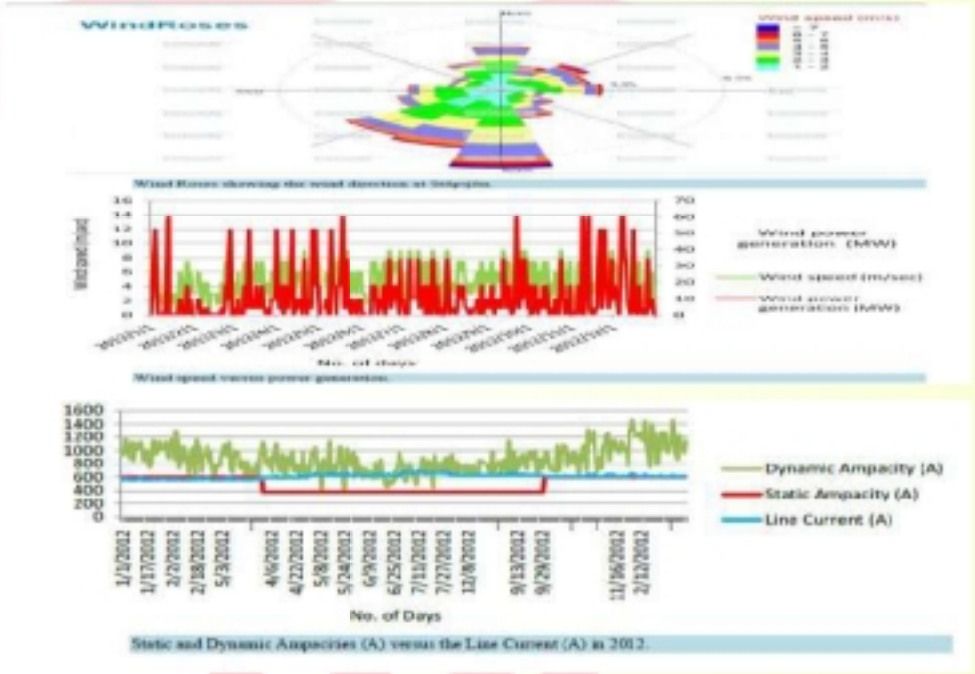
1 A Midterm Road Map for Advanced Technologies Integration in Transmission Networks 1
S. Galant, A. Vallías, T. Pagano, E. Peirano, G. Migliavacca, and A. L'Abbate
2 Innovative Cables 39
3 Real-Time Thermal Rating (RTTR) Systems 85
Roberto Gaspari
4 Flexible Alternating Current Transmission Systems (FACTS) Devices 119
Helder Lopes Ferreira, Angelo L'Abbate, Gianluca Fulli, and Ulf Häger
5 High-Voltage Direct-Current Transmission 157
Sven Riberg, Angelo L'Abbate, Gianluca Fulli, and Arturs Purvins
6 Coordination Methods for Power Flow Controlling Devices 215
Ulf Häger
7 Electricity Storage: A New Flexibility Option for Future Power Systems 247
S. Galant, E. Peirano, and L. Deburberis
Erratum E1
Appendix 265
Index 307

پژوهشگاه نیـــرو
وزارت نیـــرو

Bulk
Power
Transmission
Center

بارگذاری دینامیک خط و مزارع بادی

- دیدگاه ظرفیت دینامیک خط در اتصال واحدهای بادی به شبکه



Static and Dynamic Ampacities (A) versus the Line Current (A) in 2012.

پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk
Power
Transmission
Center

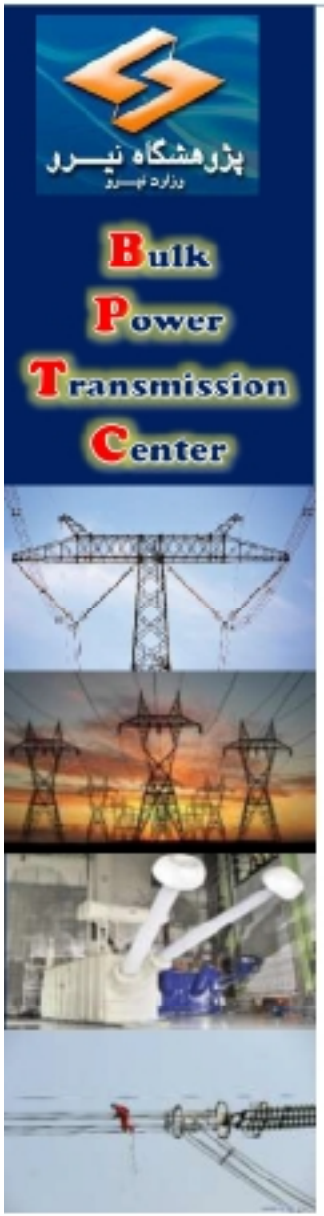
نمونه‌های مطالعاتی عملی و بکارگرفته شده

الف – بررسی فناوری DLR در جهان

ب – کشور فنلاند

ج – پتانسیل‌سنجی کشور سوئد

د – کاربرد عملی در کشور سوئد



موضوع ۲:

تشریح مشخصات فنی فناوری DLR و مرور پروژه‌های پیاده‌سازی شده در دنیا

ارائه:

محمد جعفریان

معاون مرکز انتقال توان

عضو هیات علمی پژوهشگاه نیرو

پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk
Power
Transmission
Center

کاربرد فناوری DLR

- محدودیت بارگذاری خطوط
  - خطوط بلند: پایداری زاویه‌ای استاتیک
  - خطوط متوسط: افت ولتاژ و پایداری ولتاژ
  - خطوط کوتاه: محدودیت حرارتی

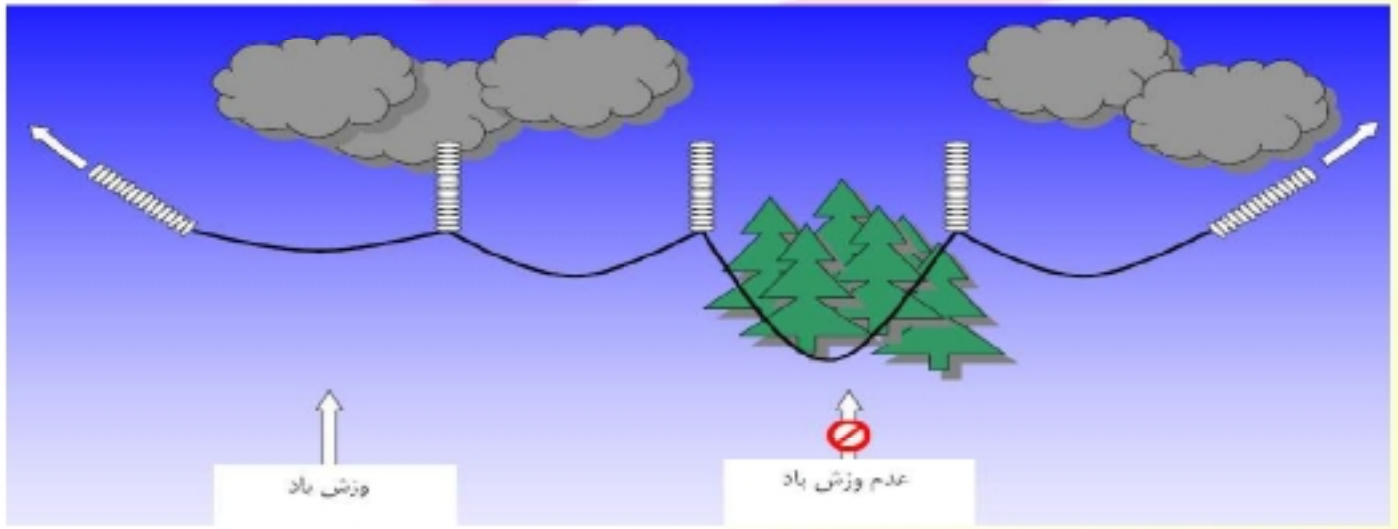
** فناوری DLR تنها برای خطوطی که حد بارگذاری آن‌ها مربوط به محدودیت حرارتی خط است، کاربرد دارد**

** فناوری DLR اکثرا برای خطوط فوق‌توزیع (۶۳ کیلوولت) و انتقال تا سطح ۲۳۰ کیلوولت کاربرد دارد**

** در صورتی‌که خط در منطقه‌ی بادخیز باشد، نتایج استفاده از فناوری DLR چشم‌گیر است**

محدودیت حرارتی خطوط

- شکم بحرانی در طول خط
  - مهم‌ترین پارامتر محدودکننده‌ی ظرفیت حرارتی خطوط انتقال، شکم بحرانی
  - اسپن بحرانی خط (دهنه‌ی بحرانی - بیشترین شکم خط) لزوماً بیشترین دما را ندارد!



فناوری DLR

- در صورتی‌که اسپن‌های بحرانی خط شناسایی شود و بتوان:
  - شکم خط و یا کشش خط را پایش کرد یا
  - شرایط آب و هوایی محیط را پایش کرده ← به طور غیرمستقیم دما و شکم خط محاسبه شود

← می‌توان بدون نگرانی، از ظرفیت دینامیکی خطوط در بهره‌برداری خط استفاده نمود

← ظرفیت دینامیکی می‌تواند نسبت به ظرفیت استاتیکی طراحی خط به‌طور قابل‌ملاحظه بیش‌تر باشد

روش‌های اجرای فناوری DLR

- مستقیم
  - بر اساس پایش و مشاهده‌ی مشخصه‌ی محدودکننده‌ی خط انتقال
- غیرمستقیم
  - شرایط آب و هوایی محیط را پایش کرده و با استفاده از مدل‌ها و محاسبات نظری، به طور غیرمستقیم دما و شکم خط محاسبه می‌شود

پژوهشگاه نیرو

Bulk Power Transmission Center

روش تجاری ۱

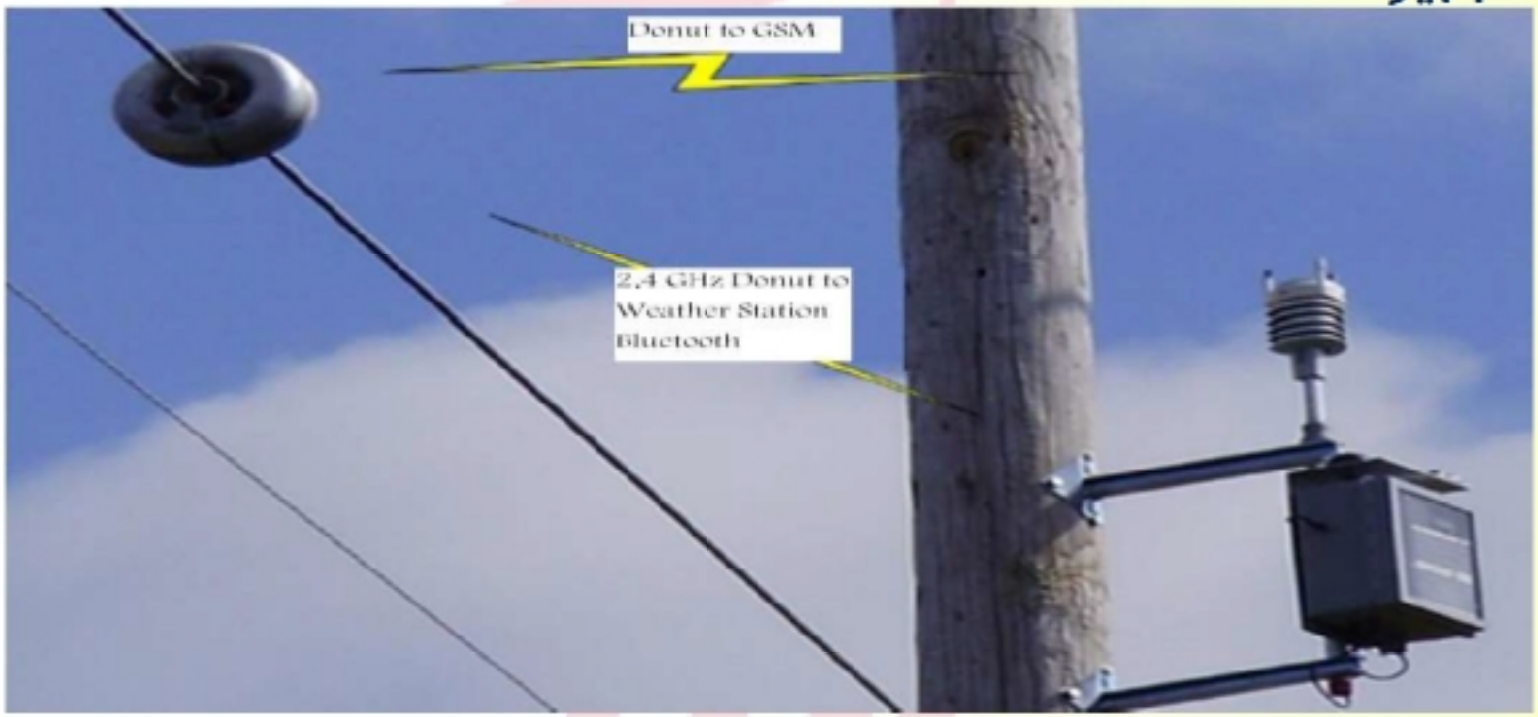
- استفاده از تجهیز PowerDonut
- نوع روش: مستقیم
  - تجهیز PowerDonut مشخصه‌هایی از خط مانند جریان خط، ولتاژ خط به زمین، دمای هادی و زاویه‌ی شیب هادی را پایش می‌کند. این تجهیز می‌تواند برای پایش کشش و شکم خط نیز به کار رود.
  - تغذیه از میدان الکترومغناطیسی هادی‌ای که روی آن نصب می‌شود
  - همچنین یک باتری لیتیومی دارد که آن را قادر می‌سازد در شرایط بارگذاری کم (زیر ۵۰ آمپر) نیز تا یک ساعت به کار خود ادامه دهد
  - در جریان‌های بالاتر از ۱۳۰ آمپر این باتری شارژ می‌شود
  - ارتباطات و مخابرات این تجهیز توسط شبکه‌ی GSM انجام می‌شود.

پژوهشگاه نیـــرو
وزارت نیـــرو

Bulk
Power
Transmission
Center

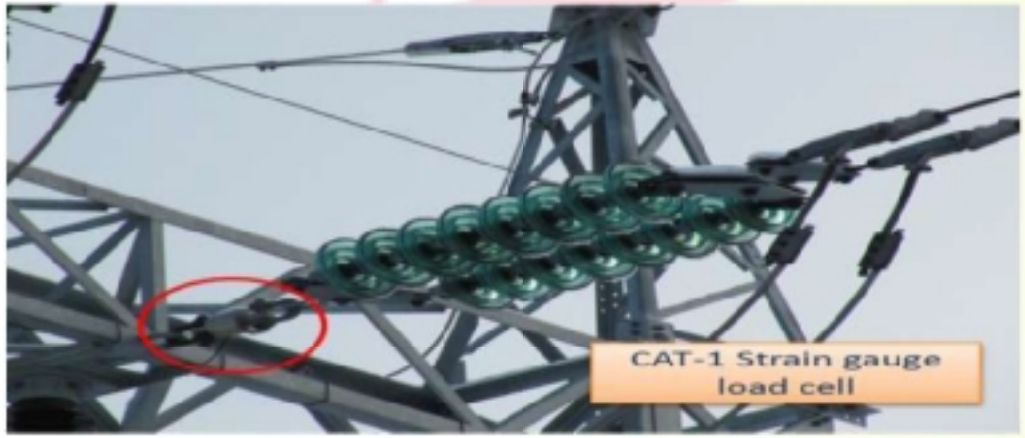
روش تجاری ۱

- تجهیز PowerDonut



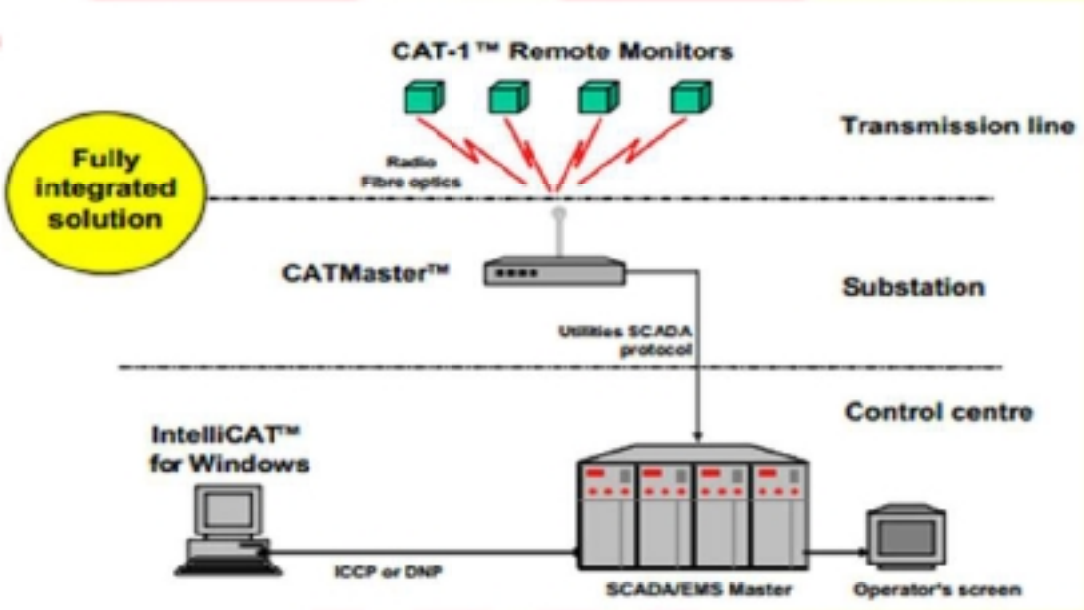
روش تجاری ۲

- استفاده از تجهیز CAT-1
- نوع روش: مستقیم
  - در این سیستم سلول‌های بار (ابزار اندازه‌گیری کشش) در آخرین برج خط قدرت نصب شده و کشش هادی را اندازه می‌گیرند
  - با تنظیم و کالیبره کردن تجهیز نصب‌شده، شکم خط از کشش هادی‌ها تعیین می‌شود.



روش تجاری ۲

- سیستم مخابراتی CAT-1



پژوهشگاه نیرو

Bulk Power Transmission Center

روش تجاری ۳

- استفاده از تجهیز Sagometer
- نوع روش: مستقیم
  - در این سیستم از یک دوربین بینایی ماشین هوشمند استفاده می‌شود، که عکس‌هایی از هدف نصب‌شده روی هادی گرفته و با استفاده از آن فاصله‌ی هادی تا زمین یا شکم خط را محاسبه کرده و گزارش می‌کند.
  - این دوربین در شب نیز با استفاده از روشنایی لیزر مادون قرمز کار می‌کند.
  - برای تحلیل ظرفیت خط از یک سرویس داده‌ی تحت وب به نام GridWatchRT (شرکت EDM) استفاده می‌شود.

پژوهشگاه نیرو

Bulk Power Transmission Center

روش تجاری ۳

- تجهیز Sagometer

پژوهشگاه نیرو

Bulk Power Transmission Center

روش تجاری ۴

- رله‌ی DLR P341 آلستوم
- نوع روش: غیرمستقیم
  - رله‌ی P341 آلستوم از اطلاعات ایستگاه هواشناسی در تعیین ظرفیت جریان خط استفاده می‌کند
  - به عنوان یک حفاظت پشتیبان در برابر اضافه بار خط (افزایش بارگذاری خط بیش از مقدار ظرفیت محاسبه‌شده) عمل می‌کند

پژوهشگاه نیـــرو
وزارت نیـــرو

Bulk Power Transmission Center

پروژه‌های انجام شده در دنیا

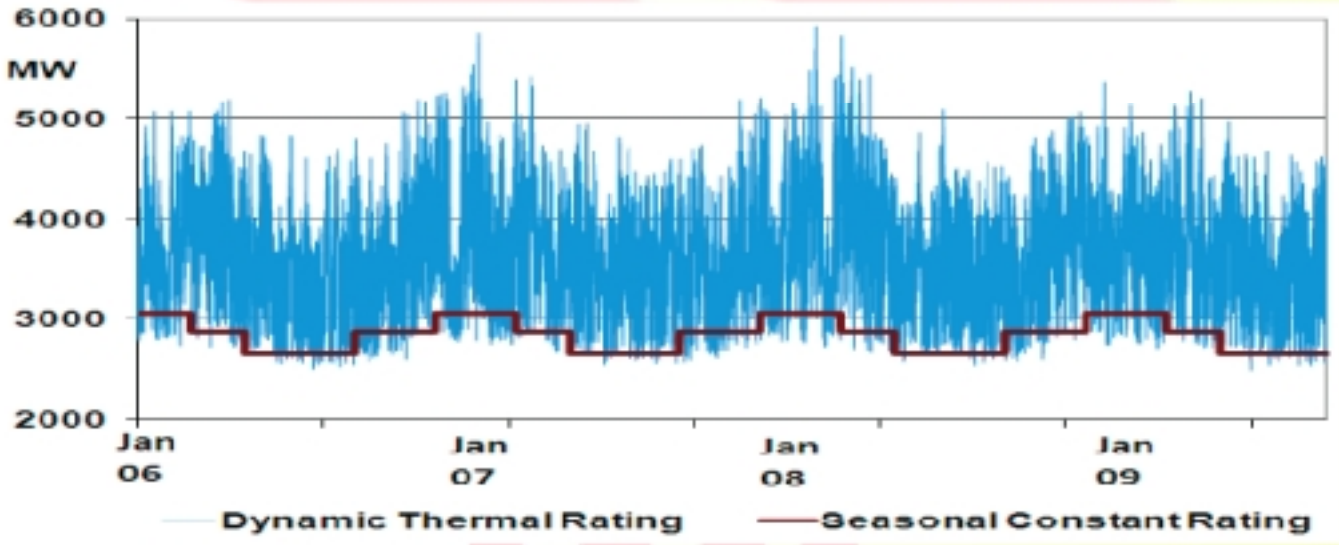
شرکت مجری	فناوری مورد استفاده	شبکه‌ی پیاده‌سازی شده	کشور	سال
SDG&E	يك واحد CAT-1	يک خط 230kv	آمریکا	1990
ComEd	37 عدد PowerDonut و پنج ايستگاه زميني	دو خط 345kV و سه خط 138kV	آمریکا	1991
Niagara Mohawk	22 عدد PowerDonut و 10 ايستگاه زميني	چهار خط 115kV	آمریکا	1993
PSE&G	شش PowerDonut و دو ايستگاه زميني	يک خط 230 kV	آمریکا	1994
EPRI و NYPA	حسگرهاي بار خط و دماي هادي EPRI	سه خط انتقال 230 kV	آمریکا	2010
Oncor	19 سلول بار CAT-1 26 سلول بار CAT-1	خطوط 345 kV خطوط 138 kV	امریکا	2013
Eon Central Networks UK	اندازگيري شرايط آب و هواي محلي چهار عدد PowerDonut	يك خط 132 kV دومداره	انگلستان	2008
SPEN	نه واحد حسگر دماي هادي	شبکه‌ي 132kV	اسکاتلند	2008
German TSO Amprion	اندازگيري دماي سطح هادي و ديگري بر اساس اندازگيري‌هاي آب و هوايي	خط 380 kV	آلمان	؟
Elia	سيستم پاپش مستقيم شکم Ampacimon	70kV	بلژيك	؟
Fingrid	اندازگيري CAT-1	؟	فنلاند	2012

مشخصات عمومی پروژه‌ها

- مشخصات عمومی پروژه‌ها
  - عموما در ولتاژهای ۶۰ تا ۲۳۰ کیلوولت
  - استفاده از روش‌های مستقیم متداول‌تر است
  - در اکثر کشورهای پیشرفته حداقل یک نمونه مورد بهره‌برداری قرار گرفته است
  - در سال‌های اخیر از این فناوری بیش‌تر استفاده شده است
  - گاهی اوقات بر روی یک کریدور یا دو کریدور
  - گاهی اوقات بر روی یک شبکه در سطح وسیع

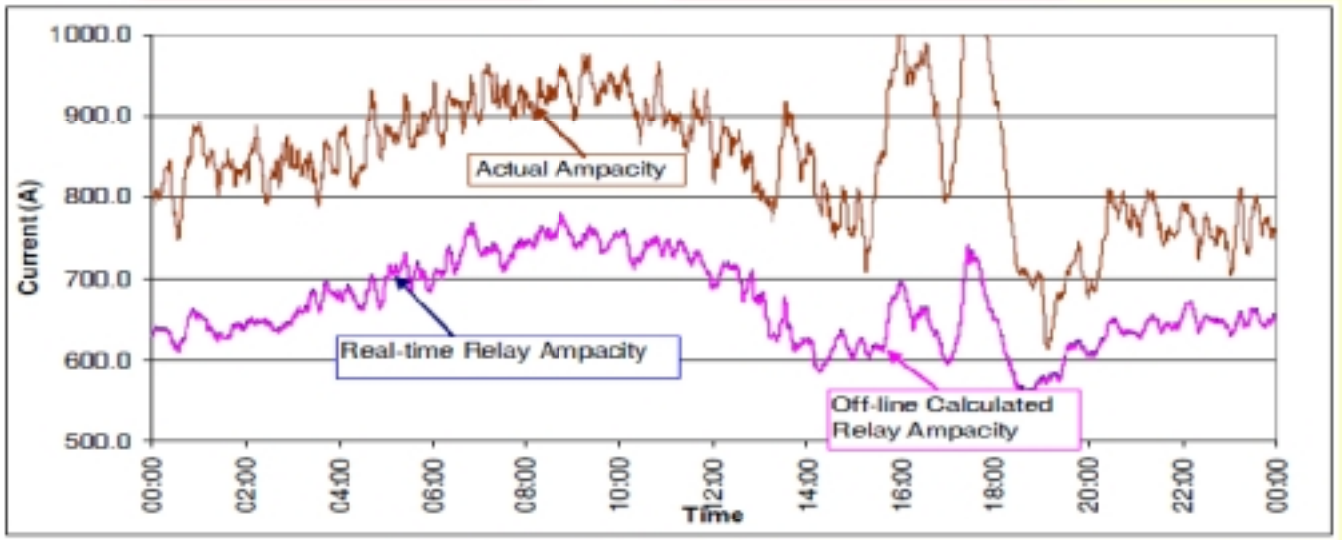
نمونه‌ی عملی ۱- شرکت NG انگستان

- روش غیر مستقیم (پایش دمای محیط و سرعت وزش باد)
  - مقایسه ظرفیت دینامیکی و ظرفیت ثابت فصلی برای یک خط انتقال هوایی دوباندل با هادی (AAAC) Redwood:



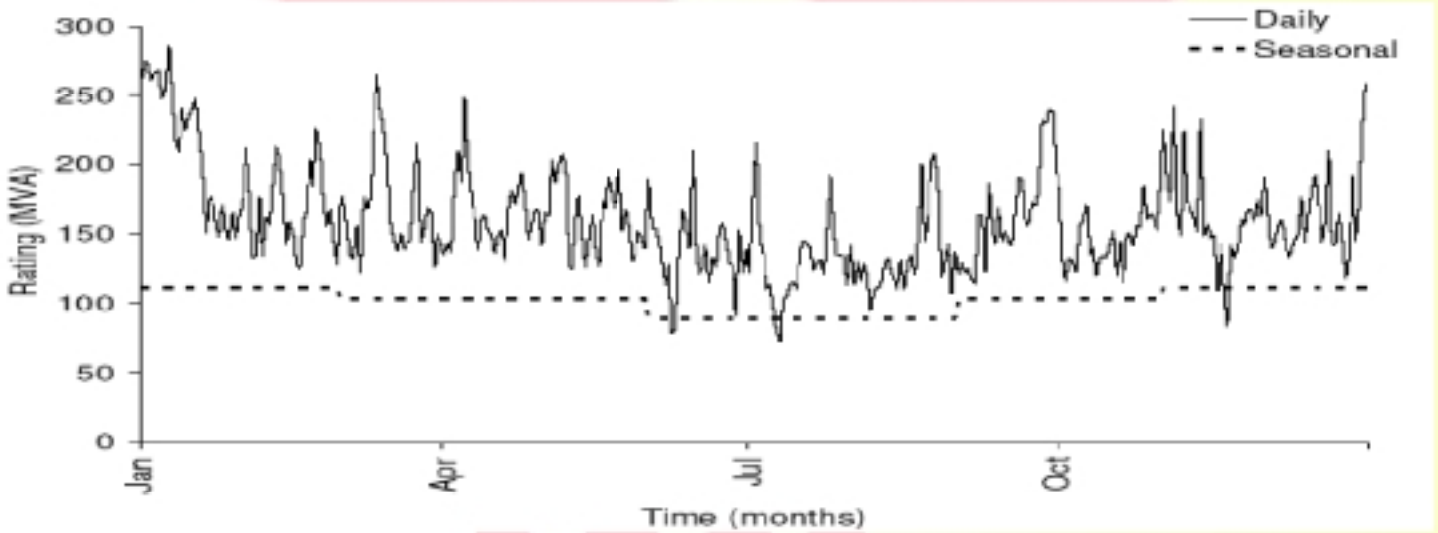
نمونه‌ی عملی ۲- شرکت Eon Central Networks انگستان

- ترکیب روش مستقیم (PowerDonut) و غیرمستقیم
  - مقایسه نتایج حاصل از روش غیرمستقیم و مستقیم



نمونه عملی ۳- شرکت SPEN اسکاتلند

- روش غیرمستقیم (مبتنی بر اندازه‌گیری‌های آب و هوایی برای تعیین ظرفیت دینامیکی)
  - مقایسه ظرفیت استاتیکی فصلی با ظرفیت واقعی محاسبه‌شده

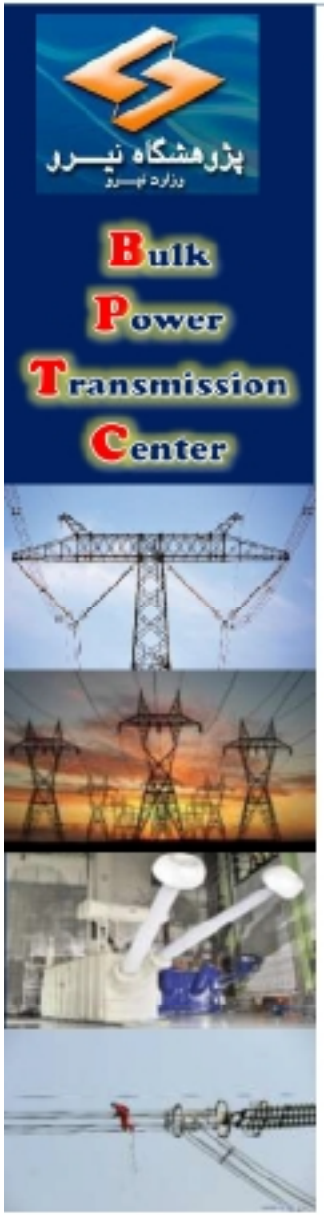


پژوهشگاه نیرو

Bulk Power Transmission Center

برآورد تقریبی هزینه

- گزارش ارائه‌شده توسط شرکت Nexans:
  - پایش ظرفیت دینامیکی CAT-1 شامل تجهیزات مخابراتی و نرم‌افزاری،
  - بین ۳۳۰۰ تا ۶۶۰۰ دلار بر کیلومتر (حدود ۲۰ میلیون تومان بر کیلومتر)
- وزارت انرژی ایالات متحده آمریکا
  - هزینه نصب حدود ۳۰ واحد سیستم پایش ظرفیت دینامیکی خط از نوع CAT-1
  - ۴۸۳۳۰ دلار بر کیلومتر (حدود ۲۰۰ میلیون تومان بر کیلومتر برای ۳۰ عدد)
- مرکز تحقیق در زمینه‌ی فناوری فنلاند
  - هزینه یک مجموعه کامل سیستم پایش ظرفیت دینامیکی خط از نوع CAT-1
  - ۳۰۰۰ دلار بر کیلومتر (حدود ۱۲ میلیون تومان بر کیلومتر)



موضوع ۳:

ارائه الگوریتم اجرای فناوری DLR و تشریح پروژه‌ی انجام شده

ارائه:

مجتبی گیلوانژاد

مدیر گروه پژوهشی خط و پست

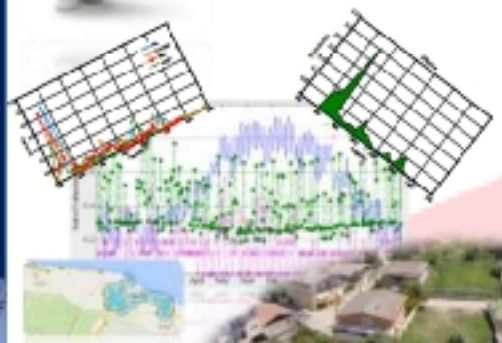
عضو هیات علمی پژوهشگاه نیرو

مصطفی گودرزی

مدیر پروژه

پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center



- ✓ متدولوژی انتخاب خط مناسب
- ✓ متدولوژی سیستم مانیتورینگ آنلاین خط
- ✓ بررسی سناریوهای مختلف بر روی یک خط نمونه

پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

متدولوژی انتخاب خط مناسب و سیستم مانیتورینگ

نشست تخصصی "بکارگیری ظرفیت نهفته خطوط انتقال و فوق‌توزیع"

پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

۱. تعیین خطوط پربار شبکه
۲. ارزیابی محدودیت پایداری خطوط تعیین شده در گام ۱
۳. بررسی و تعیین محدوده بارگیری با درنظرگیری محدودیت افت ولتاژ
۴. بررسی کفایت اضافه جریان تجهیزات پستهای ابتدا و انتهای خطوط کاندید
۵. بررسی سیستم حفاظت الکتریکی پستهای ابتدا و انتهای خطوط کاندید و امکانسجی انجام تنظیمات جهت تحمل اضافه بارگیری
۶. بررسی اتصالات و وضعیت مکانیکی خطوط جهت استقامت فیزیکی در برابر اضافه بارگیری
۷. مطالعات اقتصادی بکارگیری سیستم مانیتورینگ آنلاین خط در خصوص خطوطی که حائز شرایط گامهای ۱ تا ۶ هستند
۸. تعیین خطوط با حداکثر نفع اقتصادی و انجام مطالعات فنی نصب سیستم مانیتورینگ آنلاین خط

پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

بررسی‌های فنی و اقتصادی بکارگیری سیستم مانیتورینگ خط برای افزایش ظرفیت خط نمونه با توجه به سناریوی منتخب

بیشترین منافع اقتصادی مورد انتظار از افزایش ظرفیت خط به کمک تعیین ظرفیت دینامیک شامل موارد زیر است:

- ✓ کاهش هزینه تولید با افزایش دسترسی به منابع تولیدی کم هزینه‌تر
- ✓ افزایش درآمد ناشی از افزایش فروش برق با قیمت تمام شده‌ی کمتر به سایر شرکت‌های برق
- ✓ جلوگیری از مشکلات مربوط به رعایت فواصل الکتریکی مجاز و اثرات زیست محیطی مرتبط با احداث خط جدید
- ✓ رفع مشکلات اخذ مجوزهای لازم برای احداث خط جدید
- ✓ به تعویق انداختن سرمایه‌گذاری‌های کلان اولیه

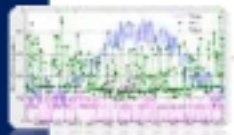
پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

الگوریتم محاسبه ظرفیت حرارتی خط

پژوهشگاه نیـــرو
وزارت نیـــرو

Bulk Power Transmission Center



پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

تعیین سناریو منتخب

با توجه به انجام سناریوهای مختلفی که روی خط مورد نظر انجام شد، می‌توان نتیجه گرفت که نوع سناریو منتخب به عوامل متعددی مانند موارد زیر بستگی دارد:

- نحوه دخالت اپراتور
- میزان اهمیت قابلیت اطمینان خط برای اپراتور
- نوع و میزان بار عبوری از خط
- تعداد داده‌های خروجی دستگاه مانیتورینگ
- میزان ریسک‌پذیری خط
- اهمیت خط مورد نظر
- میزان داده‌های آماری آب و هوا
- دسترسی و قابل نصب بودن تجهیزات مانیتورینگ خط انتقال
- شرایط آب و هوایی

پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

انواع سیستم‌های مانیتورینگ خط

- ✓ سیستم مانیتورینگ خط بر اساس شرایط آب و هوایی
  - مانیتورینگ شرایط آب و هوایی با اندازه‌گیری مستقیم پارامترهای هواشناسی
  - مانیتورینگ شرایط آب و هوایی با استفاده از هادی مشابه
- ✓ سیستم مانیتورینگ بر اساس مقدار کشش هادی

50,000 $ - 100,00$

- ✓ سیستم مانیتورینگ بر اساس مقدار کشش هادی
- ✓ سیستم مانیتورینگ خط براساس تعیین موقعیت یک نقطه از هادی
  - سیستم مانیتورینگ موقعیت هادی بر مبنای اثرات مغناطیسی هادی‌ها
  - سیستم مانیتورینگ موقعیت هادی با روش ویدیوئی
  - سیستم مانیتورینگ موقعیت هادی با استفاده از پایش لرزش و حرکت هادی
  - سیستم مانیتورینگ موقعیت هادی با استفاده از GPS
- ✓ روش مانیتورینگ خط براساس اندازه‌گیری دما
- ✓ سیستم مانیتورینگ خط با استفاده از PMU

پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

مقایسه انواع سیستم‌های مانیتورینگ خط

روش مانیتورینگ	هزینه				دقت				
	هزینه خرید	هزینه نصب	هزینه نگهداری	خروج خط	حوزه اندازه‌گیری	باد نرمال بار زیاد	باد نرمال بار کم	بار زیاد باد کم	باد زیاد بار زیاد
ایستگاه هواشناسی	کم	کم	کم	خیر	متغیر	خوب	خوب	کم	خوب
نمونه مشابه هادی	کم	کم	کم	خیر	متغیر	خوب	خوب	خوب	خوب
دما	زیاد	متوسط	زیاد	خیر	نقطه‌ای	خوب	کم	خوب	خوب
کشش هادی	زیاد	زیاد	زیاد	بله	چند اسپن	خوب	کم	زیاد	خوب
فلش هادی	زیاد	متوسط	زیاد	خیر	چند اسپن	خوب	کم	زیاد	خوب
ترکیبی	زیاد	متوسط	متوسط	بله	چند اسپن	خوب	خوب	زیاد	خوب

پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

مزایا و معایب انواع سیستم‌های مانیتورینگ خط

مزایا و معایب سیستم‌های مانیتورینگ خط

روش مانیتورینگ	مزایا	معایب
ایستگاه هواشناسی	ساده‌ترین روش جهت پیاده‌سازی ایده‌آل برای خطوط با چگالی بار کم پائین‌تر از ۰/۵ A/mm2	ممکن است نیاز به تعمیر و نگهداری زیاد داشته باشند. در سرعت باد کم توانایی تعیین جهت و سرعت دقیق بسیار کاهش می‌یابد.
نمونه مشابه هادی	روش ساده جهت پیاده‌سازی	دمای اندازه‌گیری شده با اطمینان کم تقریبی از دمای متوسط کل خط می‌باشد.
اندازه‌گیری مستقیم دما	بطور مؤثر مانع از دست رفتن استحکام هادی در اثر افزایش دما خواهد شد.	دمای اندازه‌گیری شده با اطمینان کم تقریب از دمای متوسط کل خط می‌باشد.
کشش هادی	ایده‌آل برای خطوط با چگالی بار بالا بیشتر از ۱ A/mm2 دقت بالا برای خطوط با اسپن‌های متوالی در یک سکشن و با میزان کشش تقریبا برابر در اسپن‌ها	ممکن است نیاز به تعمیر و نگهداری زیاد داشته باشد.
فلش هادی	ایده‌آل برای خطوط با چگالی بار بالا بیشتر از ۱ A/mm2 دقت بالا برای خطوط با اسپن‌های متوالی در یک سکشن و با میزان کشش تقریباً برابر در اسپن‌ها	باد می‌تواند در مقدار فلش اندازه‌گیری شده تأثیر بگذارد.
ترکیبی	سریعترین و ایده‌آل‌ترین روش جهت تعیین ظرفیت دینامیک خطوط انتقال	هزینه بالاتر

پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

برخی از شرکت‌های تولیدکننده دستگاه مانیتورینگ خط online

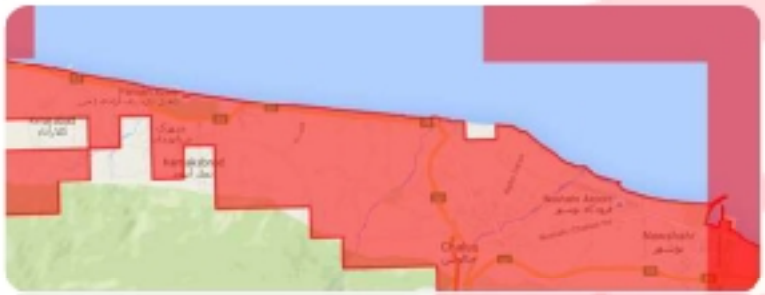
- PIKE
- ARTECHE
- OTLM
- EDM
- ABB
- Promethean Devices
- Siemens
- HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES
- Nexans Valley Group
- Ampacimon
- USI

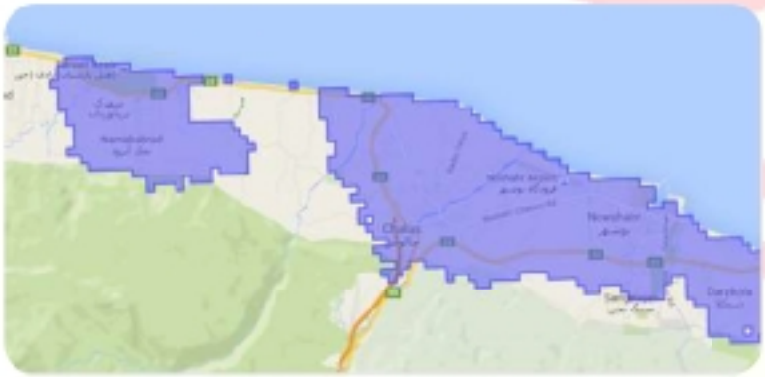
پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

بررسی امکانات مخابره و ارسال اطلاعات در منطقه

ایرانسل



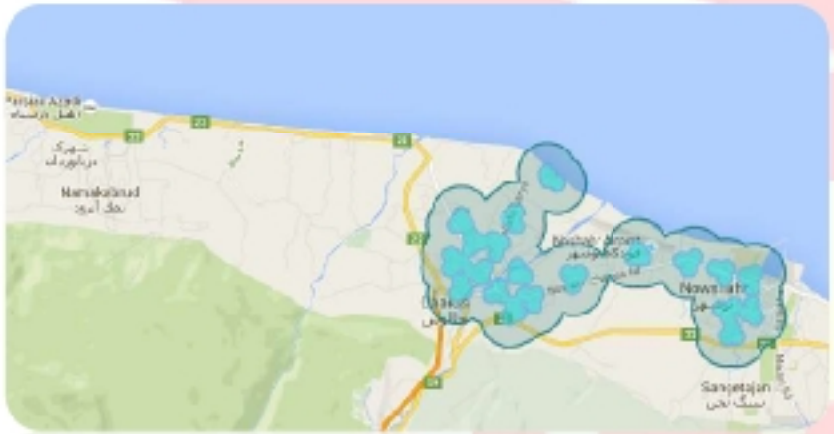


پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

بررسی امکانات مخابره و ارسال اطلاعات در منطقه

همراه اول

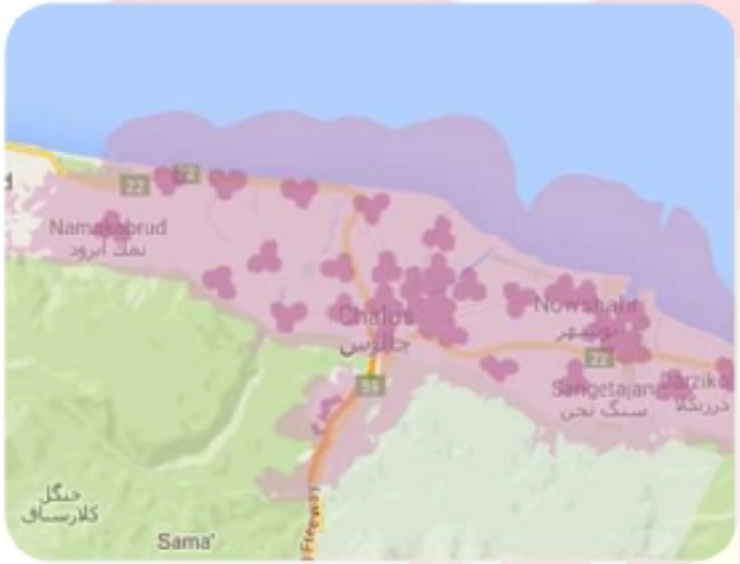


پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

بررسی امکانات مخابره و ارسال اطلاعات در منطقه

رایتل



نشست تخصصی "بکارگیری ظرفیت نهفته خطوط انتقال و فوق‌توزیع"

پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

بررسی میدانی و بازدید از خط

پست ابتدا در نوشهر

نشست تخصصی "بکارگیری ظرفیت نهفته خطوط انتقال و فوق‌توزیع"

پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

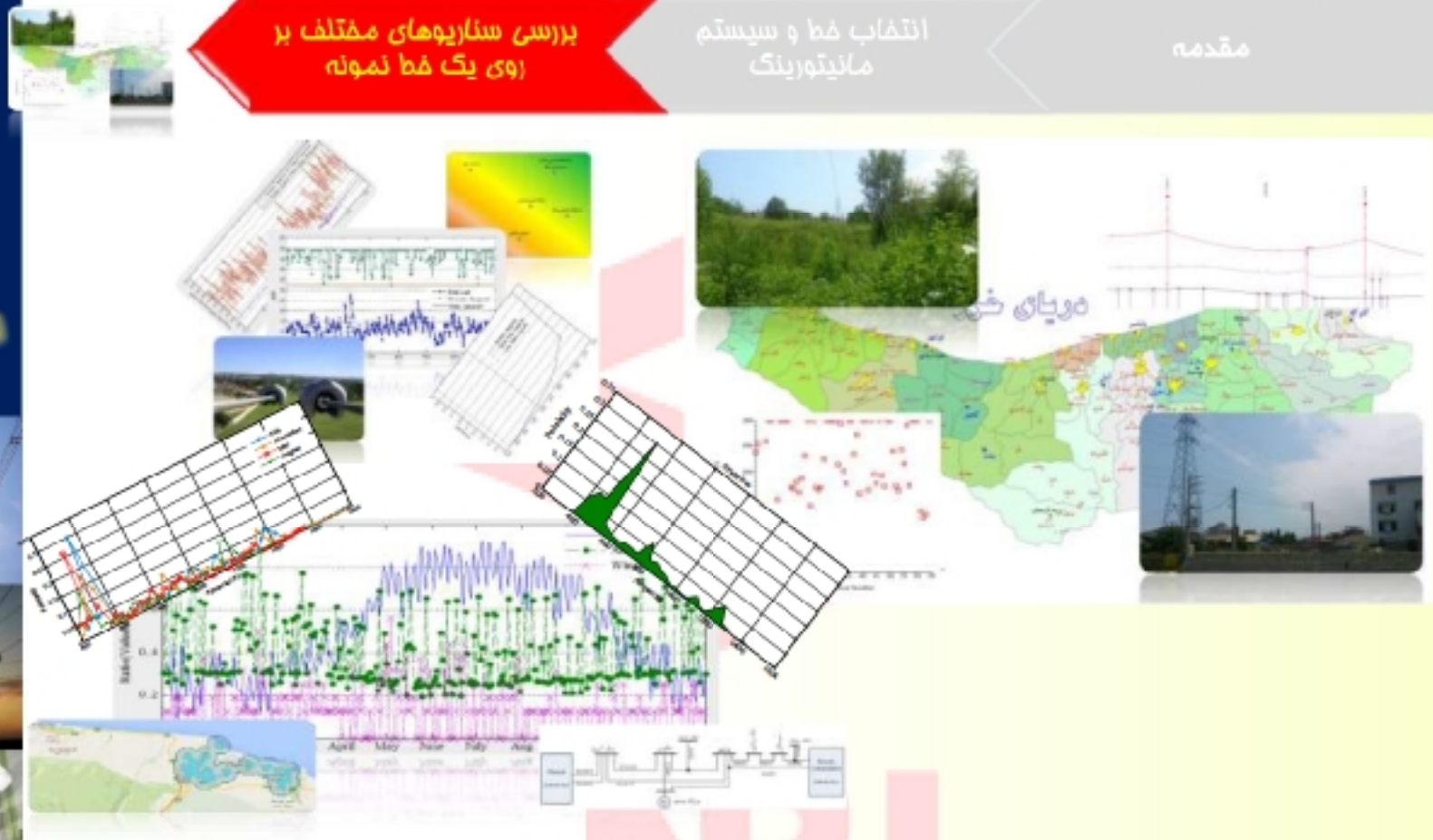
Bulk Power Transmission Center

بررسی میدانی و بازدید از خط

نشست تخصصی "بکارگیری ظرفیت نهفته خطوط انتقال و فوق‌توزیع"

پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center



بررسی بارگیری یک خط نمونه با تعیین ظرفیت دینامیک خط

نشست تخصصی "بکارگیری ظرفیت نهفته خطوط انتقال و فوق‌توزیع"

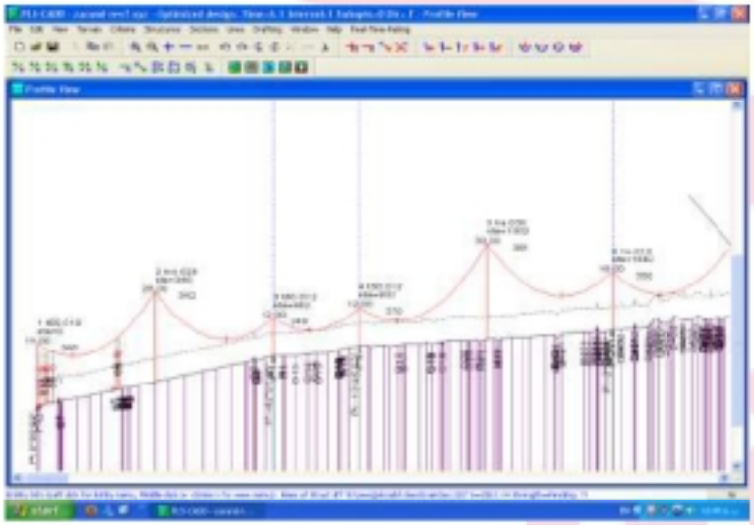
پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

انجام مطالعات و شبیه‌سازی‌های لازم و تحلیل وضعیت بارگیری و رعایت ملزومات طراحی خط نمونه در شرایط محیطی مشخص

تحلیل با استفاده از نرم‌افزار PLS-CADD

این نرم‌افزار قدرتمندترین نرم‌افزار در زمینه‌ی طراحی خطوط انتقال است.



اطلاعات مورد نیاز

- ✓ پلان و پروفیل خط مورد نظر
- ✓ مشخصات هادی
- ✓ مشخصات مقره‌ها(طول زنجیره مقره و وزن آن)
- ✓ مشخصات برج‌ها
- ✓ جداول کشش و فلش خط مورد نظر

پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

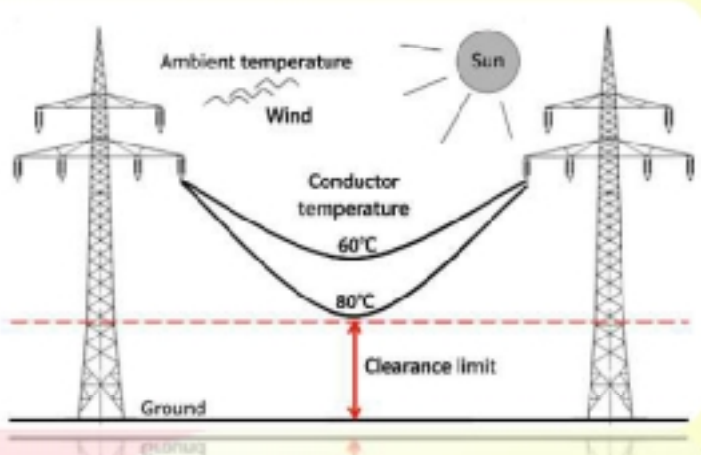
Bulk Power Transmission Center

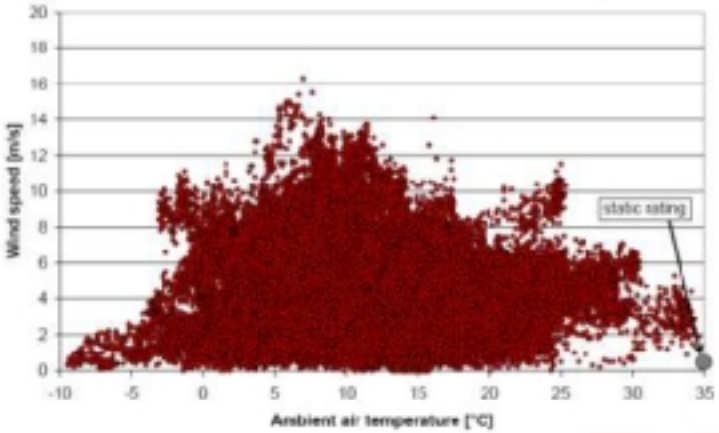
پلان و پروفیل خط جهت پیاده‌سازی در نرم‌افزار

پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

مشخصات خط و شرایط آب و هوایی

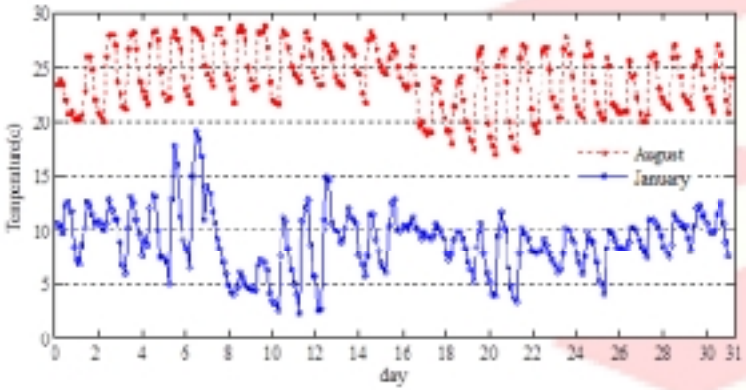


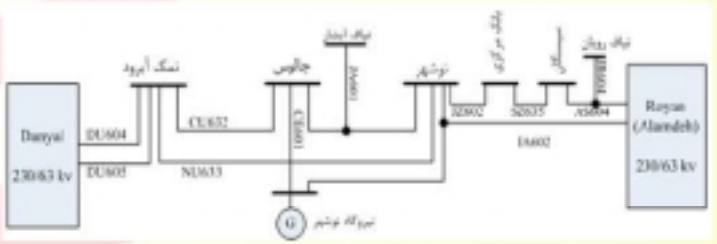


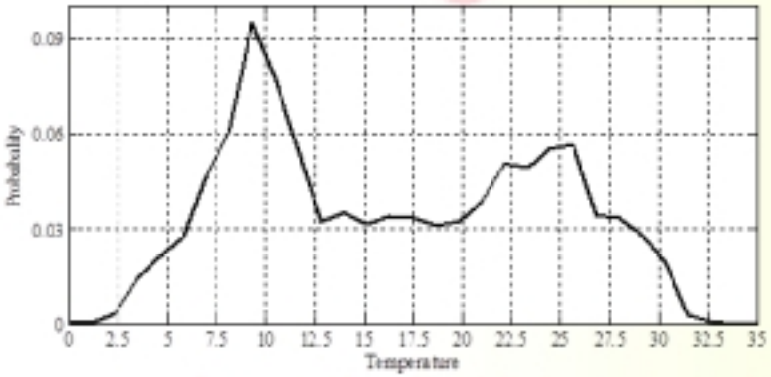
پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

مشخصات خط و شرایط آب و هوایی



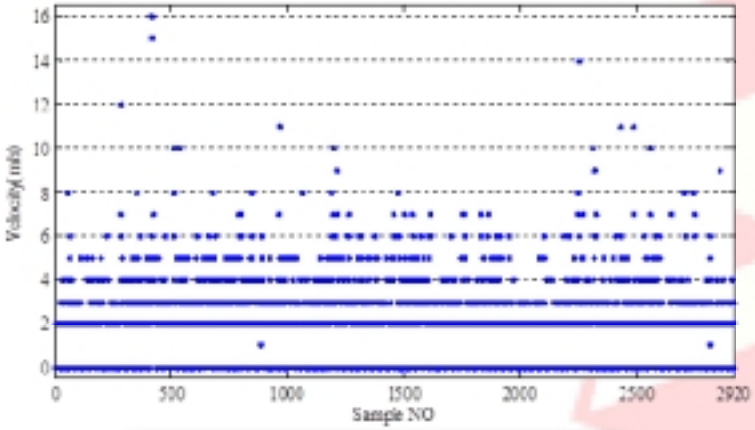




پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

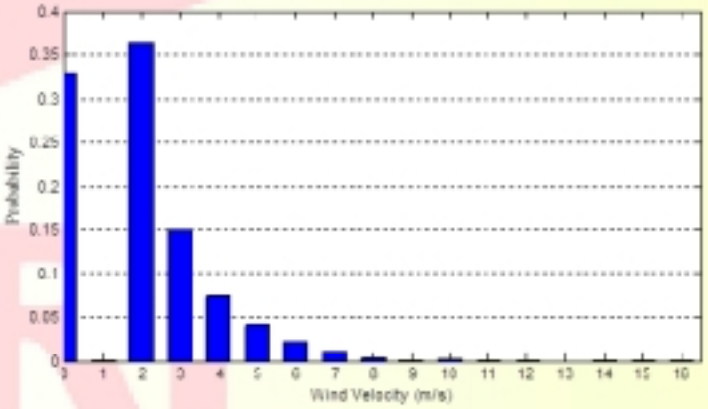
Bulk Power Transmission Center

اجرای سناریوهای مختلف روی خط نمونه



سرعت باد

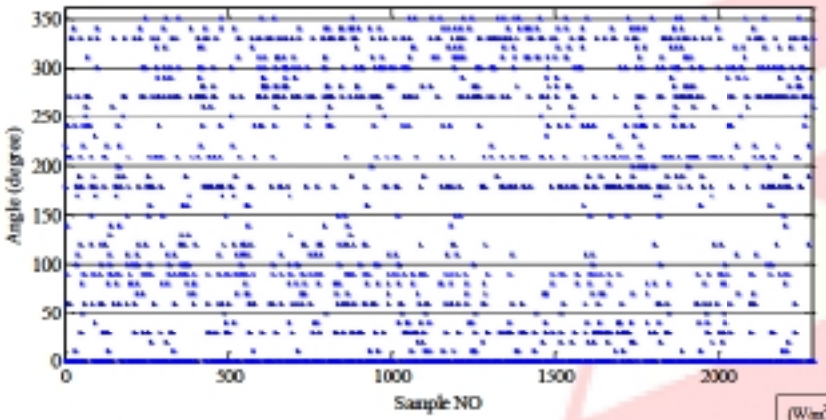
منحنی تجمعی سرعت باد



پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

اجرای سناریوهای مختلف روی خط نمونه



زاویه باد

شدت تابش

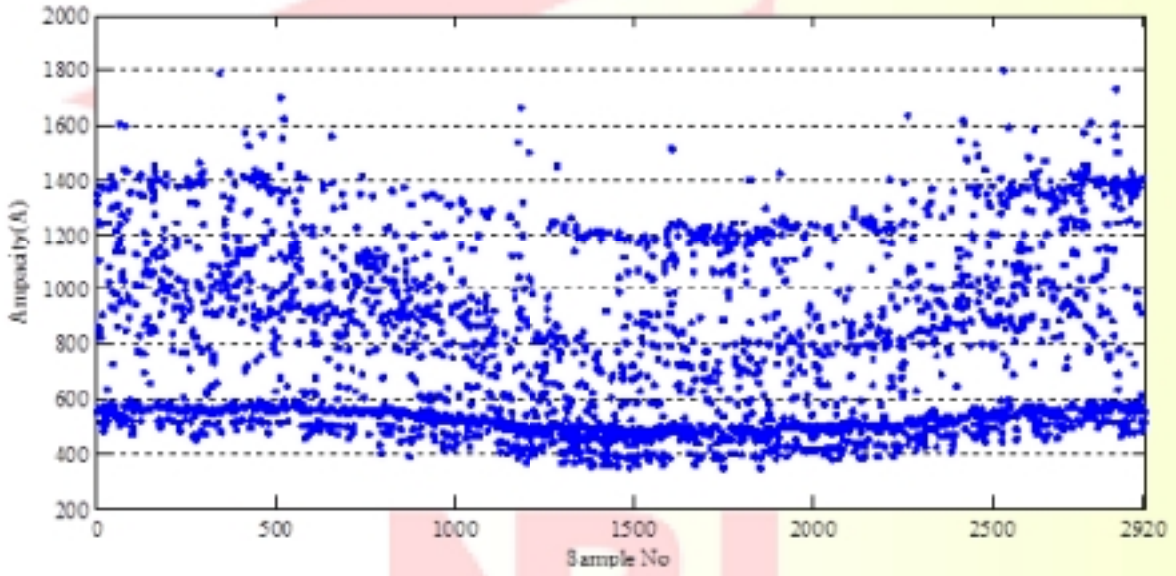
شماره روز	شدت تابش(W/m^2)	شماره روز	شدت تابش(W/m^2)	شماره روز	شدت تابش(W/m^2)
۱	۱۰۲۲	۱۱	۱۰۲۵	۲۱	۱۰۲۵
۲	۱۰۲۲	۱۲	۱۰۲۵	۲۲	۱۰۲۵
۳	۱۰۲۲	۱۳	۱۰۲۵	۲۳	۱۰۲۵
۴	۱۰۲۲	۱۴	۱۰۲۵	۲۴	۱۰۲۵
۵	۱۰۲۲	۱۵	۱۰۲۵	۲۵	۱۰۲۵
۶	۱۰۲۲	۱۶	۱۰۲۵	۲۶	۱۰۲۵
۷	۱۰۲۵	۱۷	۱۰۲۵	۲۷	۱۰۲۵
۸	۱۰۲۵	۱۸	۱۰۲۵	۲۸	۱۰۲۵
۹	۱۰۲۵	۱۹	۱۰۲۵	۲۹	۱۰۲۵
۱۰	۱۰۲۵	۲۰	۱۰۲۵	۳۰	۱۰۲۵

پژوهشگاه نیرو

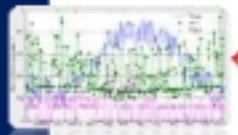
Bulk Power Transmission Center

اجرای سناریوهای مختلف روی خط نمونه

ظرفیت دینامیکی



ظرفیت دینامیکی

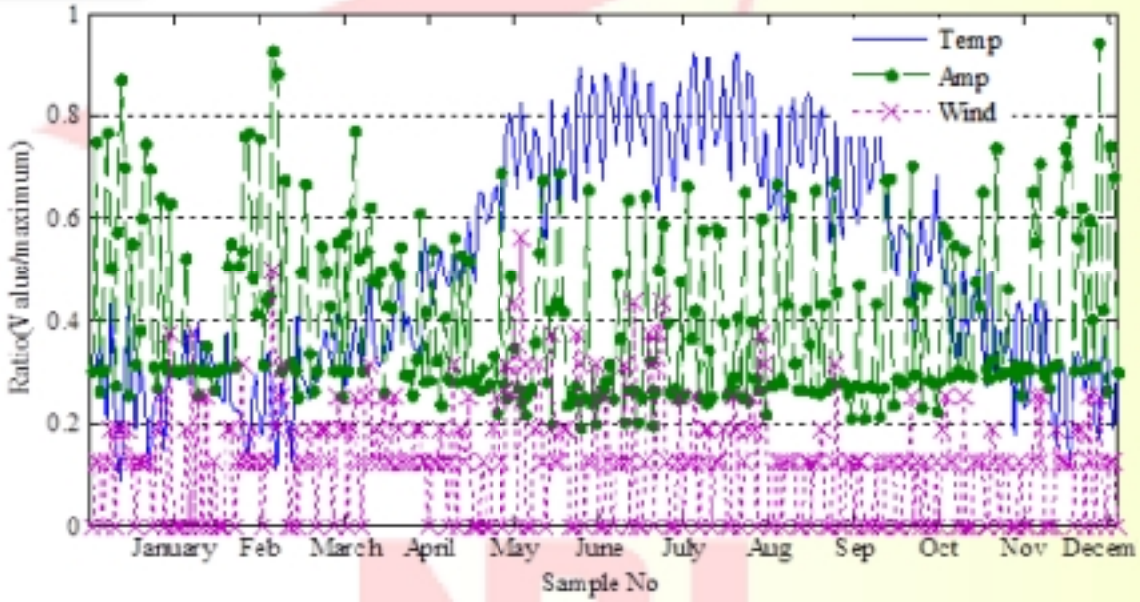


پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

اجرای سناریوهای مختلف روی خط نمونه

ظرفیت دینامیکی



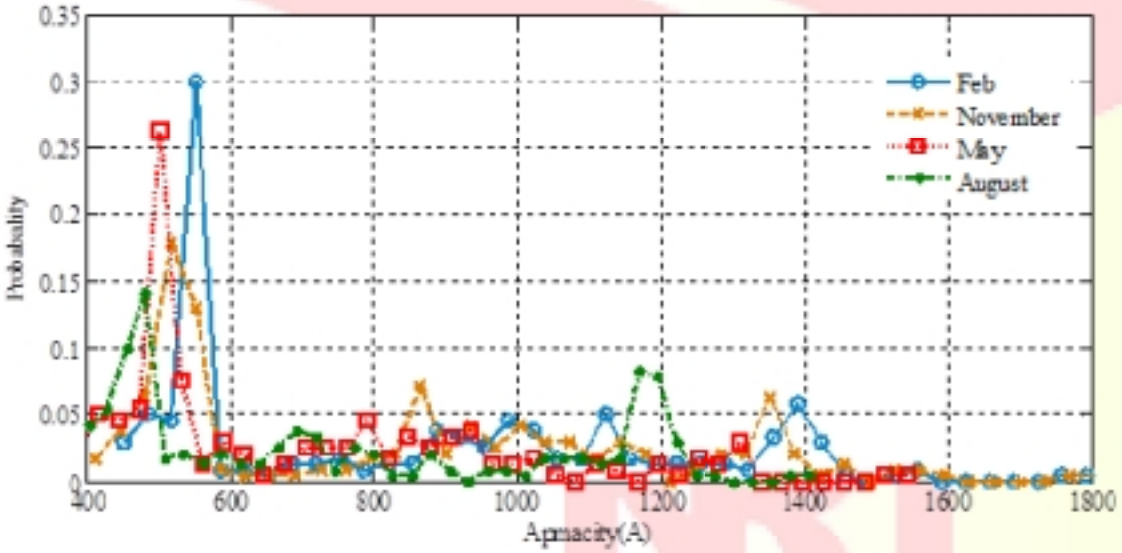
ظرفیت دینامیکی، دما، سرعت باد

پژوهشگاه نیرو

Bulk Power Transmission Center

اجرای سناریوهای مختلف روی خط نمونه

ظرفیت دینامیکی



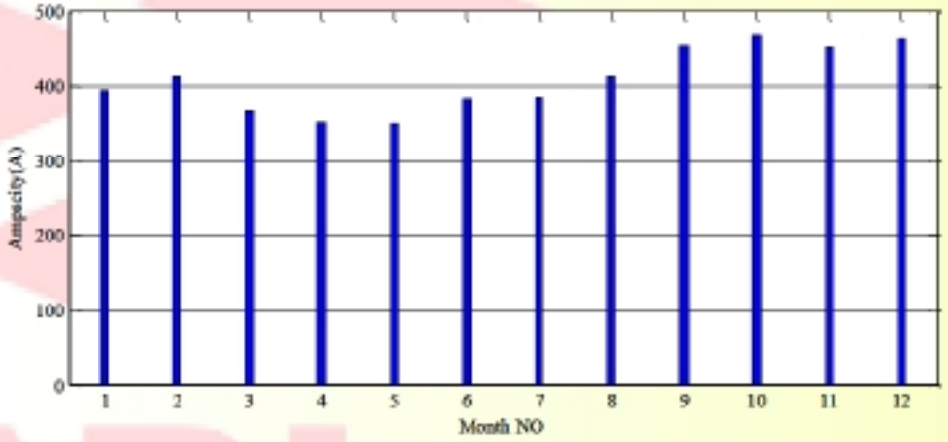
پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

اجرای سناریوهای مختلف روی خط نمونه

ظرفیت دینامیکی

ماه		حداقل ظرفیت دینامیکی (آمپر)	حداقل افزایش میزان بارگیری (٪)
شماره	نام		
۱	فروردین	۳۹۲/۹۲	۱۲
۲	اردیبهشت	۳۱۲/۸۷	۱۸
۳	خرداد	۳۶۵/۷۳	۳
۴	تیر	۳۵۰/۳۳	۱
۵	مرداد	۳۴۹/۷۳	۰
۶	شهریور	۳۸۲/۲۱	۹
۷	مهر	۳۸۳/۶۴	۱۰
۸	آبان	۴۱۲/۷۴	۱۸
۹	آذر	۳۵۲/۲۶	۲۹
۱۰	دی	۴۶۵/۸۸	۳۳
۱۱	بهمن	۴۵۱/۶۵	۲۹
۱۲	اسفند	۴۶۱/۶۷	۳۲



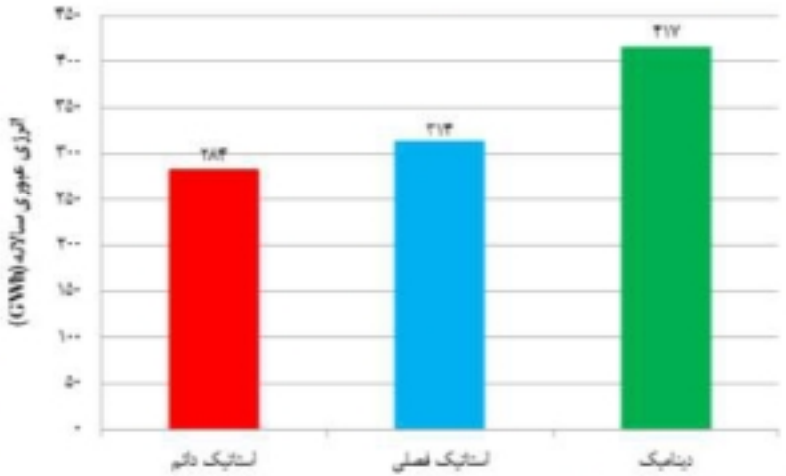
پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

اجرای سناریوهای مختلف روی خط نمونه

ظرفیت دینامیکی

در صورت بهره‌گیری از سناریوی استاتیکی فصلی ۱۰ درصد به ظرفیت انرژی عبوری سالانه از خط اضافه می‌گردد که این مقدار در سناریوی دینامیکی ۴۷ درصد خواهد بود.



پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

بررسی‌های آلترناتیوهای افزایش ظرفیت خط نمونه

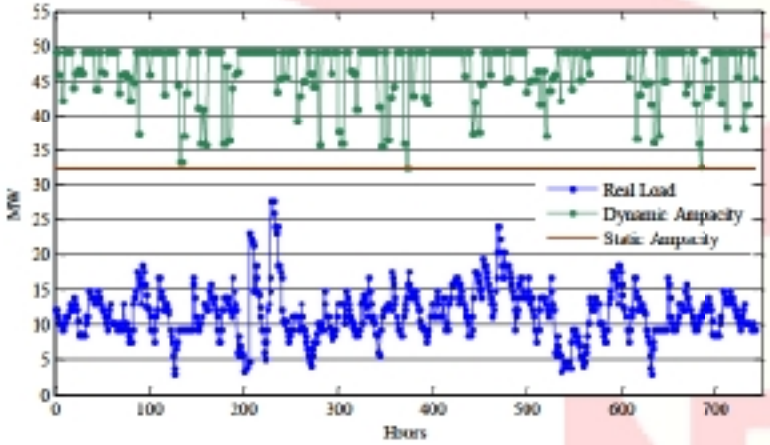
- ✓ دستگاه مانیتورینگ
- ✓ تعویض هادی
- ✓ ارتقاء اسپن بحرانی
- ✓ نصب DG
- ✓ احداث خط

پژوهشگاه نیرو

Bulk Power Transmission Center

بررسی‌های فنی و اقتصادی بکارگیری سیستم مانیتورینگ خط برای افزایش ظرفیت خط نمونه با توجه به سناریوی منتخب

ظرفیت دینامیکی، ظرفیت استاتیکی و بار خط

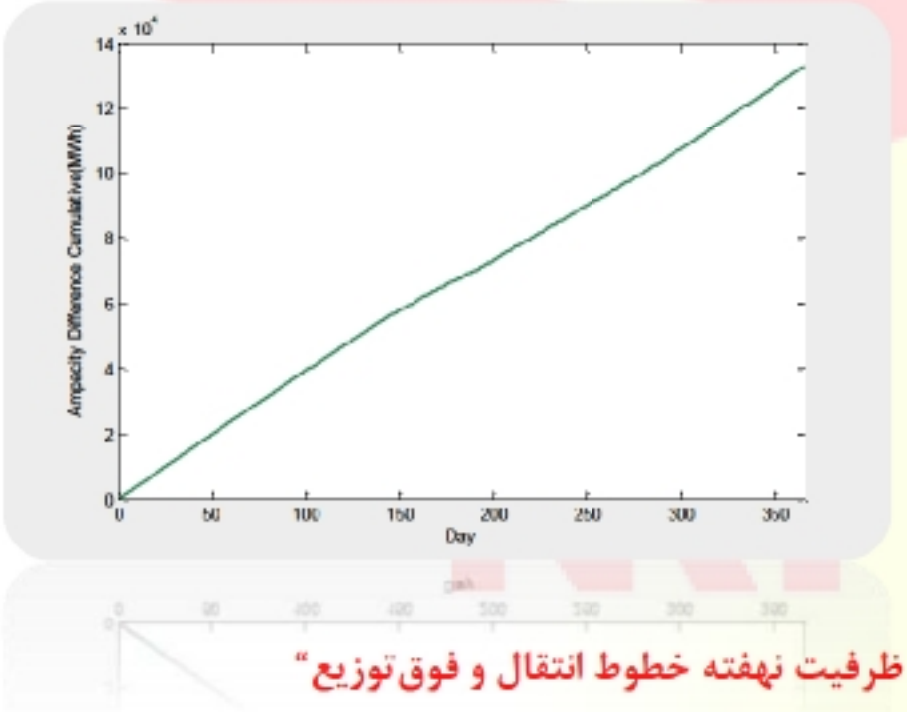


پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

بررسی‌های فنی و اقتصادی بکارگیری سیستم مانیتورینگ خط برای افزایش ظرفیت خط نمونه با توجه به سناریوی منتخب

مقایسه بهره‌گیری از ظرفیت دینامیکی با ظرفیت استاتیکی

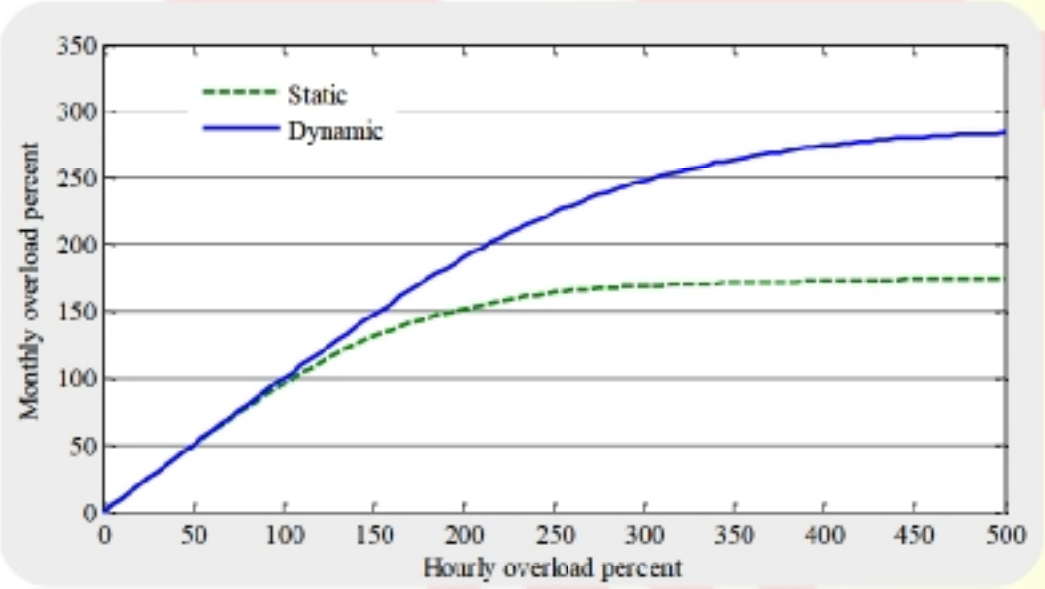


پژوهشگاه نیرو

Bulk Power Transmission Center

بررسی‌های فنی و اقتصادی بکارگیری سیستم مانیتورینگ خط برای افزایش ظرفیت خط نمونه با توجه به سناریوی منتخب

مقایسه انرژی عبوری روش دینامیکی و روش استاتیکی با در نظرگیری افزایش بار عبوری از خط در مرداد ماه



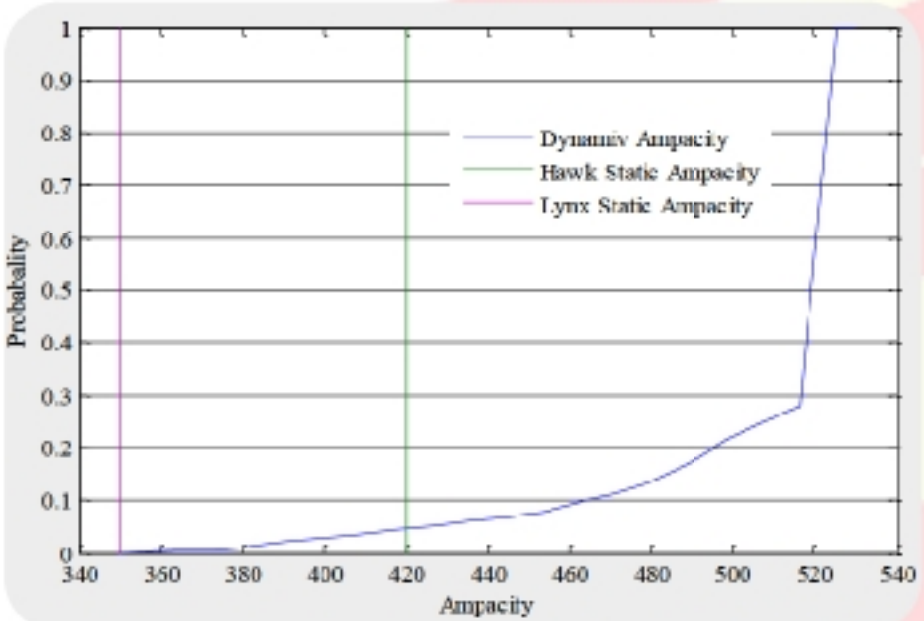
پژوهشگاه نیـــرو

Bulk Power Transmission Center

بررسی‌های فنی و اقتصادی بکارگیری سیستم مانیتورینگ خط برای افزایش ظرفیت خط نمونه با توجه به سناریوی منتخب

تعویض هادی خط

- تقریبا به ازای ۹۵ درصد لحظات سال مقدار ظرفیت ایجاد شده با استفاده از دستگاه مانیتورینگ بالاتر از مقدار ظرفیت ایجاد شده توسط هادی Hawk می‌باشد.



پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

بررسی‌های فنی و اقتصادی بکارگیری سیستم مانیتورینگ خط برای افزایش ظرفیت خط نمونه با توجه به سناریوی منتخب

احداث خط جدید

- ✓ کمبود زمین
- ✓ گرانی قیمت زمین
- ✓ جنس زمین
- ✓ مدت زمان احداث خط جدید
- ✓ مشکلات زیست محیطی
- ✓ مشکلات تصاحب قانونی زمین
- ✓ اخذ مجوزات لازم

مقایسه سناریوهای افزایش ظرفیت در ۱۵ سال متوالی با رشد پیک بار

سال	پیک بار نامی (54%)	ظرفیت استاتیکی				ظرفیت دینامیکی		احداث خط جدید یا ظرفیت استاتیکی			
		ریسک صفر درصد		ریسک ده درصد		ریسک صفر درصد		ریسک صفر درصد		ریسک ده درصد	
		پیک بار عبوری	مقدار قطع بار	پیک بار عبوری	مقدار قطع بار	پیک بار عبوری	مقدار قطع بار	پیک بار عبوری	مقدار قطع بار	پیک بار عبوری	مقدار قطع بار
۰	۲۷/۸	۲۷/۸	۰/۰	۲۷/۸	۰/۰	۲۷/۸	۰/۰	۲۷/۸	۰/۰	۲۷/۸	۰/۰
۱	۳۰/۳	۳۰/۳	۰/۰	۳۰/۳	۰/۰	۳۰/۳	۰/۰	۳۰/۳	۰/۰	۳۰/۳	۰/۰
۲	۲۲/۱	۲۲/۵	۰/۱۶	۲۲/۱	۰/۰	۲۲/۱	۰/۰	۲۲/۱	۰/۰	۲۲/۱	۰/۰
۳	۳۶/۰	۳۲/۵	۳/۶	۳۶/۰	۰/۰	۳۶/۰	۰/۰	۳۶/۰	۰/۰	۳۶/۰	۰/۰
۴	۲۹/۳	۳۲/۵	۶/۸	۲۹/۳	۰/۰	۲۹/۳	۰/۰	۲۹/۳	۰/۰	۲۹/۳	۰/۰
۵	۳۲/۸	۳۲/۵	۱۰/۳	۳۲/۸	۰/۰	۳۲/۸	۰/۰	۳۲/۸	۰/۰	۳۲/۸	۰/۰
۶	۳۶/۲	۳۲/۵	۱۳/۲	۳۴/۳	۲/۳	۳۶/۷	۰/۰	۳۶/۷	۰/۰	۳۶/۷	۰/۰
۷	۵۰/۹	۳۲/۵	۱۸/۴	۳۴/۳	۷/۶	۳۹/۲	۱/۷	۵۰/۹	۰/۰	۵۰/۹	۰/۰
۸	۵۵/۴	۳۲/۵	۲۳/۰	۳۴/۳	۱۲/۱	۳۹/۲	۶/۳	۵۵/۴	۰/۰	۵۵/۴	۰/۰
۹	۶۰/۴	۲۲/۵	۲۸/۰	۴۱/۲	۱۷/۱	۳۹/۲	۱۱/۲	۶۰/۴	۰/۰	۶۰/۴	۰/۰
۱۰	۶۵/۹	۳۲/۵	۳۲/۴	۴۳/۳	۲۲/۶	۳۹/۲	۱۶/۷	۶۴/۹	۱/۰	۶۵/۹	۰/۰
۱۱	۷۱/۸	۳۲/۵	۳۹/۳	۴۳/۳	۲۸/۵	۳۹/۲	۲۲/۷	۶۴/۹	۶/۹	۷۱/۸	۰/۰
۱۲	۷۸/۳	۳۲/۵	۴۵/۸	۴۳/۳	۳۵/۰	۳۹/۲	۲۹/۱	۶۴/۹	۱۳/۳	۷۸/۳	۰/۰
۱۳	۸۵/۳	۳۲/۵	۵۲/۸	۴۳/۳	۴۲/۰	۳۹/۲	۳۶/۲	۶۴/۹	۲۰/۴	۸۵/۳	۰/۰
۱۴	۹۳/۰	۳۲/۵	۶۰/۵	۴۳/۳	۴۹/۷	۳۹/۲	۴۳/۸	۶۴/۹	۲۸/۱	۸۶/۶	۶/۴
۱۵	۱۰۱/۲	۳۲/۵	۶۸/۹	۴۳/۳	۵۸/۰	۳۹/۲	۵۷/۷	۶۴/۹	۳۶/۲	۸۶/۶	۱۲/۷

پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

مقایسه سناریوهای افزایش ظرفیت در ۱۵ سال متوالی با رشد پیک بار

مقایسه سناریوهای افزایش ظرفیت در ۱۵ سال متوالی با رشد پیک بار

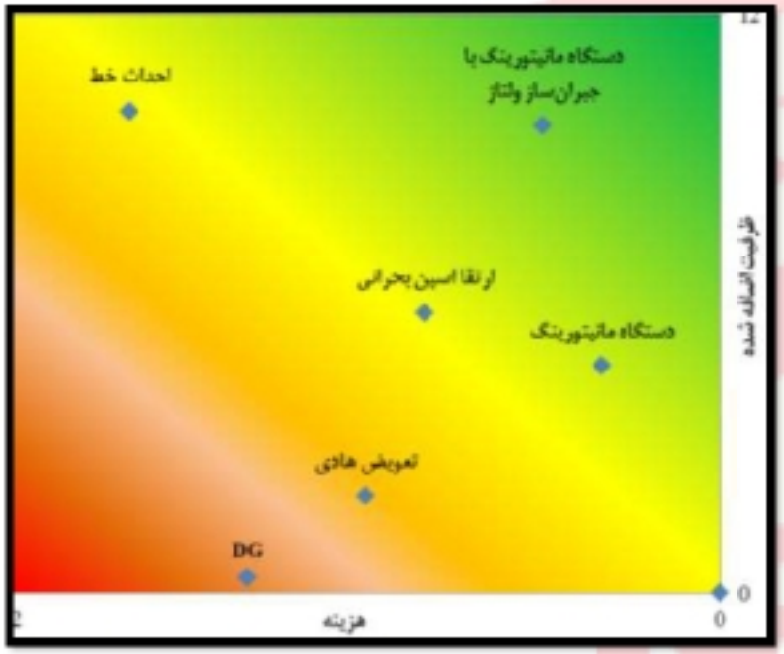
سال	پیک بار (MW)	ظرفیت استاتیکی				ظرفیت دینامیکی		احداث خط جدید با ظرفیت استاتیکی			
		ریسک صفر درصد		ریسک ده درصد				ریسک صفر درصد		ریسک ده درصد	
		پیک بار عبوری	مقدار قطع بار	پیک بار عبوری	مقدار قطع بار	پیک بار عبوری	مقدار قطع بار	پیک بار عبوری	مقدار قطع بار	پیک بار عبوری	مقدار قطع بار
۰	۲۷۸/۸	۲۷/۸	۰/۰	۲۷/۸	۰/۰	۲۷/۸	۰/۰	۲۷/۸	۰/۰	۲۷/۸	۰/۰
۱	۳۰۰/۲	۳۰/۲	۰/۰	۳۰/۲	۰/۰	۳۰/۲	۰/۰	۳۰/۲	۰/۰	۳۰/۲	۰/۰
۲	۳۳۰/۱	۳۳/۱۵	۰/۰۱۵	۳۳/۱	۰/۰	۳۳/۱	۰/۰	۳۳/۱	۰/۰	۳۳/۱	۰/۰
۳	۳۶۰/۰	۳۶/۰۸	۰/۰۸	۳۶/۰	۰/۰	۳۶/۰	۰/۰	۳۶/۰	۰/۰	۳۶/۰	۰/۰
۴	۳۹۰/۳	۳۹/۱۵	۰/۱۵	۳۹/۳	۰/۰	۳۹/۳	۰/۰	۳۹/۳	۰/۰	۳۹/۳	۰/۰
۵	۴۲۰/۸	۴۲/۱۵	۰/۱۵	۴۲/۱۸	۰/۰	۴۲/۱۸	۰/۰	۴۲/۱۸	۰/۰	۴۲/۱۸	۰/۰
۶	۴۵۲/۷	۴۵/۱۵	۰/۱۵	۴۵/۳	۰/۳	۴۵/۷	۰/۰	۴۵/۷	۰/۰	۴۵/۷	۰/۰
۷	۵۰۱/۹	۴۸/۲	۲/۷	۴۸/۲	۰/۶	۴۸/۲	۰/۷	۵۰۱/۹	۰/۰	۵۰۱/۹	۰/۰
۸	۵۵۲/۴	۵۲/۲	۳/۷	۵۲/۲	۱/۱	۵۲/۲	۸/۲	۵۵/۴	۰/۰	۵۵/۴	۰/۰
۹	۶۰۴/۴	۵۲/۲	۵/۷	۵۲/۲	۱/۷	۴۹/۲	۱۰/۳	۶۰۴/۴	۰/۰	۶۰۴/۴	۰/۰
۱۰	۶۵۶/۱	۵۲/۲	۸/۷	۵۲/۲	۲/۲	۵۲/۲	۱۰/۷	۱۳۱/۱	۱/۰	۶۵۶/۱	۰/۰
۱۱	۷۷۰/۸	۵۲/۲	۱۱/۷	۵۲/۲	۳/۸۵	۵۲/۲	۱۲/۷	۲۶۲/۱	۶/۱	۷۷۰/۸	۰/۰
۱۲	۷۸۰/۳	۵۲/۲	۱۲/۵۸	۵۲/۲	۳/۵۰	۵۲/۲	۱۳/۱	۲۶۲/۱	۱۳/۱	۷۸۰/۳	۰/۰
۱۳	۸۵۳/۳	۵۲/۲	۱۳/۵۸	۵۲/۲	۳/۶۰	۵۲/۲	۱۳/۲	۲۶۲/۱	۲۰/۱	۸۵۳/۳	۰/۰
۱۴	۹۳۰/۰	۵۲/۲	۱۳/۸۵	۵۲/۲	۳/۸۷	۵۲/۲	۱۳/۸	۲۶۲/۱	۲۸/۱	۸۶/۵	۸۶/۵
۱۵	۱۰۱۷/۷	۵۲/۲	۱۳/۸۵	۵۲/۲	۵۸/۰	۵۲/۲	۱۳/۸	۲۶۲/۱	۲۸/۲	۸۶/۵	۷۲/۷

- ✓ مقدار پیک بار برابر ۲۷/۸ مگاوات
- ✓ میزان رشد پیک بار سالیانه ۹ درصد
- ✓ به ازای ظرفیت استاتیکی روند قطع بار در سال‌های نزدیک‌تر شروع می‌شود و همچنین مقدار قطعی بار نیز در سال‌های دورتر نسبت به ظرفیت دینامیکی و یا احداث خط جدید بیشتر می‌باشد.
- ✓ تا ۶ سال می‌توان بدون هیچ قطعی باری از دستگاه مانیتورینگ استفاده کرد اما با احداث خط جدید حداقل تا ۱۱ سال می‌توان بدون قطعی پیک بار را از خط انتقال داد.

پژوهشگاه نیرو
وزارت نیرو

Bulk Power Transmission Center

بررسی‌های فنی و اقتصادی بکارگیری سیستم مانیتورینگ خط برای افزایش ظرفیت خط نمونه با توجه به سناریوی منتخب



1. دستگاه مانیتورینگ با وجود جبران‌ساز ولتاژ
2. دستگاه مانیتورینگ
3. ارتقاء اسپن بحرانی
4. احداث خط
5. تعویض هادی
6. نصب DG

پژوهشگاه نیرو

Bulk Power Transmission Center

موضوع ۴:

تشریح نحوه پیاده‌سازی فناوری DLR

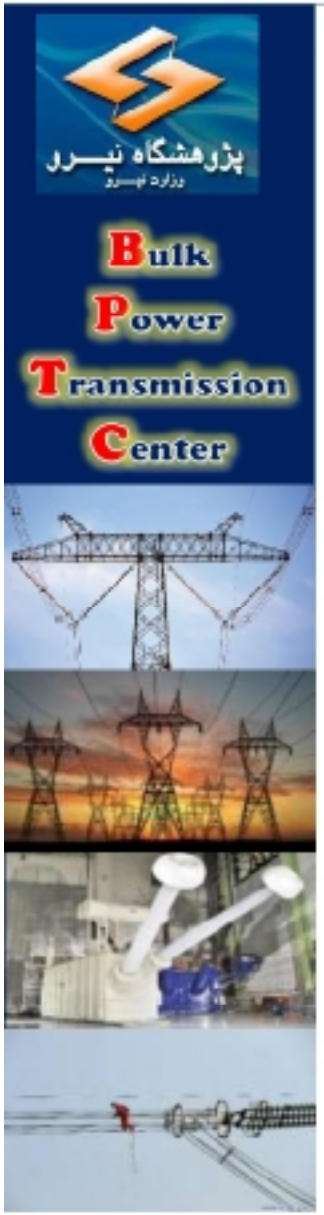
ارائه:

مسعود گلستانی

مدیرعامل شرکت افرندفناور

نمایندگی شرکت بلژیکی Ampacimon

(یکی از شرکت‌های فعال در زمینه‌ی فناوری DLR در اروپا)



اجرای فناوری DLR به‌صورت تجاری در یک شرکت اروپایی

- نحوه‌ی اجرای فناوری DLR در شرکت Ampacimon
- لیست پروژه‌های انجام شده در زمینه‌ی DLR در شرکت Ampacimon

پژوهشگاه نیرو

Bulk Power Transmission Center

موضوع ۵:

تشریح نحوه مشارکت در اجرای فناوری DLR در شرکت‌های برق منطقه‌ای

ارائه:

همایون برهمندپور

رییس مرکز انتقال توان

پژوهشگاه نیـــرو
وزارت نیـــرو

Bulk
Power
Transmission
Center

با تشکر فراوان از حسن توجه حضار محترم

موضوع ۶:

پرسش و پاسخ

Fig 2.installation of power donuts