

نقش اساسی انجام تعمیرات با روش خط گرم

در کم کردن میزان خاموشی شبکه‌های توزیع نیرو

محمد نعمت زاده - سید ابوالفضل اشرف زاده

شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد

چکیده:

در این مقاله نقش اساسی انجام تعمیرات در شبکه‌های توزیع نیرو با روش خط گرم (برق‌دار) در جهت کم کردن میزان خاموشی‌ها و استفاده بهینه در بُعد اقتصادی با الهام از سخنان وزیر محترم نیرو در مراسم راه‌اندازی واحد اول نیروگاه هزار مگاواتی غرب کشور در همدان که اعلام فرمودند هر کیلوات ساعت قطع برق دو دلار به اقتصاد کشور ضرر می‌زند مورد بحث قرار می‌گیرد. ابتدا سعی شده به منظور آشنائی بیشتر از وضعیت بهره‌برداری شبکه‌های ۲۰ کیلوولت عوامل خاموشی‌ها (اعم از خواسته و یا ناخواسته) و همچنین انجام مراحل یک خاموشی از پیش تعیین شده شناسائی و سپس تبعات ناشی از مانور خطوط را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و در نهایت به شناخت اجمالی از کار و عملیات با خط گرم و همچنین مقایسه آن با خط سرد پرداخته با این امید که بکارگیری انجام کار با سیستم هات لاین (خط گرم) در شبکه‌های توزیع نیرو شروعی به منظور ارتقاء صنعت برق به یک فاز تکامل یافته‌تر باشد.

شرح مقاله :

تعمیرات و انجام سرویس‌های مرتب تجهیزات و لوازم شبکه از اولین اصول کار بهره‌برداری می‌باشد یک بهره‌بردار موفق با بازدهی‌های مرتب و انجام تعمیرات به موقع در شبکه ضمن جلوگیری از وارد شدن خسارتهای جبران‌ناپذیر به میزان زیادی از خاموشی‌های ناخواسته جلوگیری می‌نماید این امر از وظایف اصلی شرکتهای توزیع نیرو بوده و این شرکتها در راستای اهداف تعیین شده خود رسالت سنگینی در جهت رساندن انرژی الکتریکی به مصرف‌کنندگان (اعم از خانگی - صنعتی - کشاورزی و ...) به عهده دارند.

تأمین انرژی الکتریکی مستمر به مصرف‌کنندگان علاوه بر جلب رضایت هر چه بیشتر آنها خود کمک بزرگی به اقتصاد کشور می‌باشد.

لذا اگر از خاموشیهای مرتبط با نیروگاه ناشی از (کمبود نیرو، اشکالات فنی و غیره) بگذریم مهم‌ترین عامل قطع جریان برق انجام کاربر روی خطوط انتقال و توزیع نیرو (چه ضروری و حادثه‌ای - چه به صورت تعمیرات دوره‌ای) می‌باشد که تعمیرات لازم باید در طول خطوط انجام شود. نظیر تعویض مقره‌های نشت کرده و شکسته، تعویض کراس آرم و متعلقات مربوط، تعویض پایه‌ها و سایر متعلقات آسیب‌دیده شبکه، از طرفی جلوگیری از بروز اینگونه حوادث با توجه به تراکم و گستردگی شبکه‌ها در سطح شهر، جاده و مناطق کوهستانی امری است اجتناب‌ناپذیر، لذا اگر قرار باشد جهت انجام کارهای فوق خطوط انتقال یا توزیع قطع شده و بدون برق تعمیرات انجام شود کلیه مصرف‌کننده‌های تحت پوشش بی‌برق شده و طبیعتاً کار واحدهای مربوط به مصرف‌کننده‌ها مختل خواهد شد. در صورتی که اگر این تعمیرات بدون بی‌برق نمودن خط (به صورت برق‌دار) انجام شود نه تنها وقفه‌ای در امر تولید نمی‌افتد بلکه شرکت‌های برق منطقه‌ای هم انرژی تولید شده را بهتر و بیشتر بفروش رسانیده و از نظر اقتصادی، اجتماعی در جایگاه مناسب و مطلوب تری قرار خواهند گرفت که در این راستا به اساس و فلسفه بکارگیری این سیستم در شبکه‌های توزیع نیروی برق می‌پردازیم.

شناخت عوامل خاموشی :

طی بررسی‌های انجام شده و با مراجعه به آمار و ارقام می‌توان خاموشیهای خطوط هوایی ۲۰ کیلوولت را به شرح زیر دسته‌بندی کرد.

الف : خاموشی‌های ناخواسته :

۱ - اتصالی در مقره‌های ۲۰ کیلوولت بر اثر نشت یا شکستگی.

- ۲- شل بودن یا در رفتگی متعلقات سر تیر (اعم از پیچش کراس آرم، مقره‌ها، اصلی‌ها، حائل‌ها و غیره).
- ۳- سقوط پایه‌ها بر اثر پوسیدگی یا برخورد وسائط نقلیه و یا سفت نبودن پای آنها.
- ۴- پاره‌گی - خوردگی سیم‌ها و ژمپرها بر اثر عدم استفاده مناسب از قفل و بست‌ها، تحت کشش بودن بار زیاد، غیراستاندارد بودن مقاطع، پایان عمر مفید و غیره.
- ۵- اتصال در ترانسفورماتور، خازن، ریکلوزر به علت عدم بهره‌برداری صحیح از آنها.
- ۶- اتصال در جداکننده‌ها و آرک شدید ناشی از آنها.
- ۷- عدم بکارگیری حفاظت مناسب و یا کردینه نبودن تجهیزات حفاظتی بکار رفته در شبکه.
- ۸- فاصله بیش از حد اسپان و فلش سیم.
- ۹- ضربات ناشی از خطوط مجاور یا مرتبط.
- ۱۰- برخورد پرندگان، درختان، اشیاء خارجی، صاعقه و طوفان.
- ۱۱- کثیفی مقره‌ها و سایر تجهیزات مرتبط با شبکه.
- ۱۲- نقص فنی در کالاهای نصب شده در شبکه.

ب: خاموشی‌های خواسته شده :

شامل، سرویس و تعمیرات دوره‌ای که با اعتقاد به لزوم حفظ و نگهداری شبکه‌های برق‌رسانی در جهت پایداری آنها ضرورت ایجاد می‌نماید طی برنامه‌ریزی‌های مدون مراتب به نحو مطلوب صورت پذیرد.

انجام تغییرات لازم و ضروری در شبکه‌ها برحسب موقعیت و شرایط که حجم سنگینی از این گونه خاموشی‌ها به دلیل فعل و انفعالات شهرداری‌ها در جهت تعویض خیابان‌ها و رشد و توسعه شهر می‌باشد.

بررسی نحوه رفع خاموشی یک شبکه بهره‌برداری ۲۰ کیلوولت :

الف: در موقعیت خاموشی ناخواسته (خاموشی غیرگذرا):

زمانی که بر اثر بروز یکی از عوامل خاموشی شبکه تحت پوشش آن قطع می‌شود قطع خط توسط اپراتور (بر اثر کاهش بارانی) و یا مشترکین به اطلاع واحد عملیات رسانیده می‌شود در نتیجه اکیپ عملیات سریعاً به محل و محدوده خط قطع شده اعزام و پس از بررسی، کنترل و انجام مانور محل عیب را تشخیص داده با احتساب زمان (برحسب مسافت - نوع کنتاکی - سرعت تشخیص) و

سپس اقدام به ایزوله نمودن محل آسیب دیده می نماید و در صورت ضرورت اصلاح قطعه آسیب دیده مراتب را سریعاً به اطلاع گروه مجری، رسانیده و گروه اجرایی پس از آماده شدن با توجه به زمان حادثه (در وقت اداری یا بعد از وقت اداری) به محل کار اعزام و در صورتی که با خط سرد کار نمایند می بایستی توسط اکیپ عملیات جهت رعایت ایمنی شبکه مجاور و یا درگیر را قطع نموده تا قطعه معیوب را کاملاً ایزوله و اقدام به اصلاح آن نمایند. بطور مثال جهت تمویض یک دستگاه ترانسفورماتور معیوب و یا یک اصله تیر شکسته زیر خط برق دار و غیره لازم است به علت درگیری با شبکه یا شبکه مجاور آن خط اصلی قطع و سپس کار انجام شود که یقیناً خود قطع برق مجدد مستلزم مانور (قطع و وصل)، اتصال زمین و غیره خواهد بود.

ب: در موقعیت خاموشی خواسته:

انجام آن هم به صورت کار با خط سرد مستلزم خاموش نمودن مشترکین، مانور، قطع و وصل کلید و اتصال زمین و غیره خواهد بود.

بررسی مراحل انجام یک تقاضای قطع برق از پیش درخواست شده جهت اجرای کار گروه تعمیرات ۲۰ کیلوولت به صورت سرد.

- ۱- تهیه فرم خاموشی. و به امضاء رسانیدن مسئولین ذیربط (اعم از مجری، سرپرست، ...) و تحویل آن به واحد عملیات شبکه از روز قبل.
 - ۲- بررسی و اعزام اکیپ واحد عملیات به محل مورد نظر جهت انجام مانور مناسب در همان روز یا در شب.
 - ۳- مطلع نمودن مشترکین حساس و بیمارستانها و نقاط مهم جهت اطلاع از خاموشی توسط واحد عملیات.
 - ۴- قطع و وصل کلیدها یا احتمالاً باز و بست ژمپرها جهت آماده نمودن مانور در همان روز یا در شب.
 - ۵- مانور و جابجایی بار موقت (شامل بارگیری خطوط مجاور - و هماهنگی با اپراتور پست).
 - ۶- ثبت انجام عملیات فوق، در دفتر گزارش واحد عملیات.
 - ۷- تماس مجدد گروه اجرایی یا واحد عملیات در پای کار یا قبل از حرکت گروه به پای کار جهت یادآوری و اطمینان خاطر.
 - ۸- اعزام اکیپ عملیات به پای کار گروه اجرایی جهت قطع برق و تحویل آن.
- الف: با تأخیر به علت اعلام و ارجاع کار ضروری تر، مسافت راه، خرابی خودرو

معمولاً ۴۰ درصد

و غیرو

معمولاً ۶۰ درصد

ب: سر وقت

۹- به موقع نرسیدن متقاضی قطع برق (گروه اجرایی) پای کار به علت خرابی خودرو، ارجاع کار ضروری تر و غیرو ۵ درصد و به موقع رسیدن ۹۵ درصد.

۱۰- قطع برق و خاموشی منطقه یا محدوده مورد نظر، تست و تخلیه و اتصال زمین خط (بعد و قبل از کارکن خط) و تحویل آن به گروه از طریق فرمهای مربوط!

۱۱- شروع بکار گروه و تعجیل در اصلاح کار با توجه به محدودیت زمان خاموشی (با عنایت به موقعیت منطقه شرایط خط و غیرو).

۱۲- اتمام کار و اطلاع به واحد عملیات جهت برق دار شدن.

۱۳- مراجعه مجدد اکیپ عملیات جهت وصل برق که معمولاً به دلایل خارج از کنترل تأخیراتی را در بر خواهد داشت.

۱۴- کنترل خط خاموش شده، باز کردن اتصال زمین‌ها، دور نمودن مجری از محل کار و برق دار نمودن و تست شبکه.

۱۵- اطمینان پیدا کردن مجری از پایداری شبکه و ترک محل.

تجزیه و تحلیل تبعات ناشی از اقداماتی که در ارتباط با قطع و وصل خطوط احتمالاً بوجود خواهد آمد.

۱- صرف وقت سرپرست گروه مجری جهت تکمیل فرم خاموشی و ارائه آن به واحد عملیات از روز قبل.

۲- صرف وقت اکیپ عملیات جهت بررسی و انجام مانور مناسب از روز قبل.

۳- درگیر شدن مانورچی با خطرات احتمالی آرک کلید (ناشی از گیر کردن شاخک کلید، کند عمل کردن مکانیزم به علت کثیفی، ریگلاژ نبودن) صعود و فرود از تیر جهت باز و بست ژمپرها، در پاره‌ای موارد قطع خط اصلی حداقل به مدت 2×10 دقیقه جهت باز و بست کردن ژمپرها، اصلی به منظور ایزوله نمودن محل مورد نظر.

توضیح اینکه: در بعضی از موارد آرگ شدید کلید یا کات اوت متجر به صدمه دیدن فرد مانورچی، قطعی خط و حتی خطوط مجاور خواهد شد. که در این راستا اعزام گروه متخصص ذیربط هم جهت اصلاح قطعه آسیب دیده الزامی می‌باشد.

۴- استهلاک ناشی از تعدد قطع و وصل قطع‌کننده‌ها (اعم از دیژنکتور، کلید قابل قطع زیر بار، سکسیونر، کات اوت فیوز، تیغه، ژمپرها) و تأثیر مستقیم بر روغن، کنتاکتها، پایه‌ها و

قفل‌های مربوط.

۵- صرف وقت اکیپ عملیات جهت قطع و وصل برق و تعجیل آن به منظور به موقع رسیدن و طبعاً خطرات ناشی از آن.

۶- ایجاد ترافیک مکالمه در بی سیم - تلفن، استهلاک خودروهایی درگیر مانور.

۷- در ارتباط با تست، تخلیه و اتصال زمین خط خاموش شده آمار و حوادث برق‌گرفتگی نشان می‌دهد که متأسفانه در اکثر حادثه‌ها قصور در اتصال زمین نمودن خط (چه به طریق ناقص و اشتباه - چه اتصال زمین نمودن یک طرف خط - چه عدم استفاده از آن) کاملاً مشهود بوده هر چند که امروزه باهوشیاری و کنترل و آموزش مسئولین امر به افراد ذیربط این مسأله تا حدود قابل توجهی پیشگیری شده و لیکن اطمینان از رعایت، صد درصد آن توسط کلیه نفرات اجرایی امری است اجتناب‌ناپذیر.

۸- ایجاد نارضایتی نسبی برای مشترکین وابسته به برق - و ضرر و زیان اقتصادی ناشی از قطع برق برای شرکت.

شناخت اجمالی از کار خط گرم بر روی خطوط برق دار ۲۰ کیلوولت.

با اعتقاد به اینکه پیشگیری همواره ارزان‌تر و سهل‌تر از درمان است طی برنامه‌ریزی‌های مدون و از پیش تعیین شده روش تعمیرات دوره‌ای خطوط به صورت (فیدر به فیدر) از سوی مسئولین امر جهت گروه‌های تعمیرات خط گرم اتخاذ شده که این روش را سر لوحه کار خود قرار داده و با حداکثر توان در این امر مهم فعالیت می‌نمایند. از آنجایی که برنامه‌های حفظ و نگهداری شبکه‌های توزیع می‌بایست به نحوی باشد که در روند خدماتی سرویس مشترکین تأثیر منفی نگذارد. لذا همواره سعی بر این است که عملیات کاملاً با برق و بدون خاموشی انجام شود. که در این ارتباط تا حدود قابل توجهی رضایت مشترکین حاصل شده است. وظیفه اصلی گروه در تعمیرات دوره‌ای بدین صورت است که می‌بایست باهوشیاری کامل نقاط ضعف و حادثه‌ساز شبکه را شناسایی و نسبت به تعویض آنها به صورت گرم اقدام نمایند بطور مثال شناسایی و تعویض مقره‌های ترک دار و شکسته، آچارکشی و سفت کردن پراک آلات شل شده - چک و کنترل نمودن پایه‌ها، سیم‌ها خصوصاً تست پایه‌های چوبی که احتمال پوسیدگی در آنها وجود دارد - کنترل ترانسفورماتور از قبیل (تست و نمونه‌گیری روغن - در صورت نیاز تصفیه روغن - آچارکشی و سرویس، رفع نشتی روغن، مرمت اتصال زمین، تعویض رطوبت‌گیر و غیره)، کنترل شناسایی حریم‌ها، پرت شبکه (شبکه‌های هرز و اضافی)، پاک‌سازی اشجار و غیره به صورت دوره‌ای روی خطوط انجام خواهد شد که در این راستا به تجربه ثابت شده است خطوطی که معایب آن از قبل شناسایی و رفع نقص شده‌اند خاموشیهای

ناخواسته آن سیر نزولی پیدا کرده و تقریباً به صفر نزدیک شده‌اند. در مورد سایر خاموشیهای حادثه‌ای (ناخواسته) هم بدین ترتیب عمل خواهد شد که به محض اطلاع واحد عملیات گروه اجرائی سریعاً به محل اعزام و پس از بررسیهای لازم و رعایت ایمنی کامل با درخواست قطع رله ریکلوزر بوسیله بی‌سیم رأساً اقدام به ایزوله نمودن شبکه درگیر و در صورت نیاز شبکه مجاور نموده و پس از اصلاح قطعه آسیب‌دیده (تعویض یا تعمیر) با اطلاع از اتمام کار به واحد عملیات اقدام به برقرار شدن قطعه اصلاح شده می‌نماید و پس از درخواست وصل رله ریکلوزر و اطمینان از پایداری شبکه محل را ترک می‌نمایند. بدین ترتیب در فراخوانی اکیپ عملیات، خاموشی شبکه مجاور و غیره... صرفه‌جویی خواهد شد.

عملیاتی که در حال حاضر به صورت گرم (برق‌دار) در شبکه‌های ۲۰ کیلوولت هوایی انجام می‌گیرد.

- ۱ - تعویض هر نوع مقره سوزنی میانی انواع تیرها.
- ۲ - تعویض هر سه مقره سوزنی و کراس آرم و متعلقات سر تیر (صلیبی، پرچمی، کنسولی، ناوفوتی، جنافی و غیره).
- ۳ - تعویض هر نوع مقره سوزنی دابل با زاویه کم، تعویض مقره‌های کششی پرچمی.
- ۴ - تعویض هر نوع مقره بشقابی انتهایی و سکشن.
- ۵ - نصب و جمع‌آوری تیر زیر خط برق‌دار.
- ۶ - تعویض و باز و بست ژمپرها و رابطین خط.
- ۷ - تعویض پایه کات اوت، تیغه، برقگیر سر ترانس و شبکه.
- ۸ - تعویض ترانسفورماتور، ریکلوزر، خازن زیر خط برق‌دار.
- ۹ - زدن بوش سیم شبکه روی خط برق‌دار.
- ۱۰ - جمع‌آوری، بریدن و سکشن نمودن خط برق‌دار.
- ۱۱ - نصب و جمع‌آوری کلید قابل قطع زیر بار در شبکه برق‌دار.
- ۱۲ - نصب، جمع‌آوری، اصلاح مهار تیر خط برق‌دار.
- ۱۳ - تست و تصفیه روغن ترانس‌های هوایی و زمینی برق‌دار.
- ۱۴ - پاک‌سازی اشجار مماس و یا در حریم خط.
- ۱۵ - یک طرفه نمودن شبکه برق‌دار (جهت رفع حریم).
- ۱۶ - نصب تیر در وسط اسپانهای زیاد شبکه برق‌دار.
- ۱۷ - تعویض سیلکاژل، درجه روغن نمای ترانسفورماتور برق‌دار.
- ۱۸ - پاک‌سازی و جمع‌آوری اشیاء اضافی از روی شبکه‌های برق‌دار

*** جدول مقایسه‌ای زمان مفید اجرای عملیات مشروحه زیر به طریق گرم و سرد ***

ردیف	شرح عملیات اجرایی	تعداد نفرات		تعداد نفرات اگراندمن+فورمن	ساعت کار مفید		توضیحات
		لا این من	۲ نفر		بصورت گرم	بصورت سرد	
۱	تعویض مفره سنجاقی شبکه صلیبی با کراس آرم چوبی یا فلزی	۲	۳	۳ نفر	۴۵ دقیقه	۳۰ دقیقه	
۲	تعویض مفره سنجاقی شبکه کسولنی	۲	۳	۳	۶۰	۳۰	
۳	تعویض مفره سنجاقی دوبله یا زاویه کم	۲	۳	۳	۷۰	۴۰	
۴	تعویض مفره بشقابی	۳	۳	۳	۶۰	۴۰	
۵	تعویض کراس آرم چوبی و فلزی	۲	۳	۳	۱۲۰	۶۰	
۶	تعویض ترانسفورماتور	۲	۳	۳	۶۰	۶۰	
۷	تعویض ترانسفورماتور و گهواره مربوط	۳	۳	۳	۱۲۰	۱۲۰	
۸	تعویض ترانس- گهواره و تعویض تیر ۹ متری مربوط	۳	۳	۳	۱۸۰	۱۸۰	
۹	تعویض کات اوت فیور سر ترانس	۲	۳	۳	۸۰	۶۰	
۱۰	تعویض برنگیر ترانس	۲	۳	۳	۸۰	۶۰	
۱۱	نصب یک ست برنگیر سر ترانس	۲	۳	۳	۹۰	۷۰	
۱۲	نصب تیر ریز خط با متعلقات میانی	۲	۳	۳	۱۰۰	۷۰	
۱۳	نصب کلید قابل قطع ریز بار یا کات اوت فیوز ریز سکنش موجود	۲	۳	۳	۱۵۰	۱۲۰	
۱۴	تبدیل شبکه کسولنی به صلیبی	۲	۳	۳	۹۰	۶۰	
۱۵	یک طرفه کردن شبکه صلیبی	۲	۳	۳	۱۲۰	۶۰	
۱۶	برق‌دار کردن اشعاب و ترانس	۲	۳	۳	۴۵	۴۵	
۱۷	نصب بوش تعمیری و با وسط خط	۲	۳	۳	۱۲۰	۶۰	
۱۸	سیر کولنه روغن ترانسفورماتور	۱	۲	۲	برابر	برابر	ساعت کار مفید سرد و چه به صورت گرم در طول روز با هم برابر است.
۱۹	پاکسازی اشجار	۱	۲	۲	برابر	برابر	ساعت کار مفید سرد و چه به صورت گرم در طول روز با هم برابر است.

نتیجه :

۱ - جلوگیری از خاموشیهای مکرر و طولانی در زمان انجام تعمیرات روی خط و نهایتاً رضایت بیشتر مشترکین.

۲ - جلوگیری از اثرات سوء ناشی از قطع و وصل برق بر روی تجهیزات شبکه و مشترکین.

۳ - کاهش خطرات جانبی کار با توجه به اینکه در زمان کار با خط سرد همواره خطر برگشت برق اضطراری مشترک، اشتباه اپراتور یا مانورچی، احتمال عدم کنترل تست و تخلیه و نقص اتصال زمین و غیره وجود داشته ولی در زمان کار با خط گرم کارکنان به دلیل برق‌دار بودن شبکه همواره با چشم باز و آگاهی بیشتر با فرمان از راه دور (بوسیله اهرمهای عایق) مشغول به کار بوده و عوامل خارجی ذکر شده دخالتی در شبکه ندارند. این امر باعث کم شدن حوادث در شرکت گردیده است.

۴ - ارتقاء کیفیت کار - سرعت عمل اطمینان خاطر بیشتر در پرستل ذیربط به دلیل طی آموزش دوره‌های مختلف کار با خط گرم.

۵ - درگیر نمودن اکیپ‌های عملیات در حین انجام تعمیرات که این امر باعث صرفه‌جویی در وقت استهلاک خودرو سوخت و همچنین کاهش در ترافیک بی‌سیم گردیده است.

۶ - جلوگیری از تلف شدن انرژی تولید شده و نهایتاً رعایت صرفه اقتصادی، اجتماعی و سیاسی و فرهنگی.

در خاتمه با توجه به نتایج حاصله از چندین سال تجربه شرکت توزیع نیروی برق شهرستان مشهد در امر مذکور پیشنهاد می‌شود نسبت به تقویت و تعمیم این سیستم در شرکتهای توزیع نیرو با ایجاد امکانات ابزاری و آموزشی، کادر فنی اهتمام لازم بعمل آید. باشد که این امر در جهت بهبود وضعیت اقتصادی شرکتهای و رضایت مشترکین برق نقش بسزایی را ایفا نماید.

منابع :

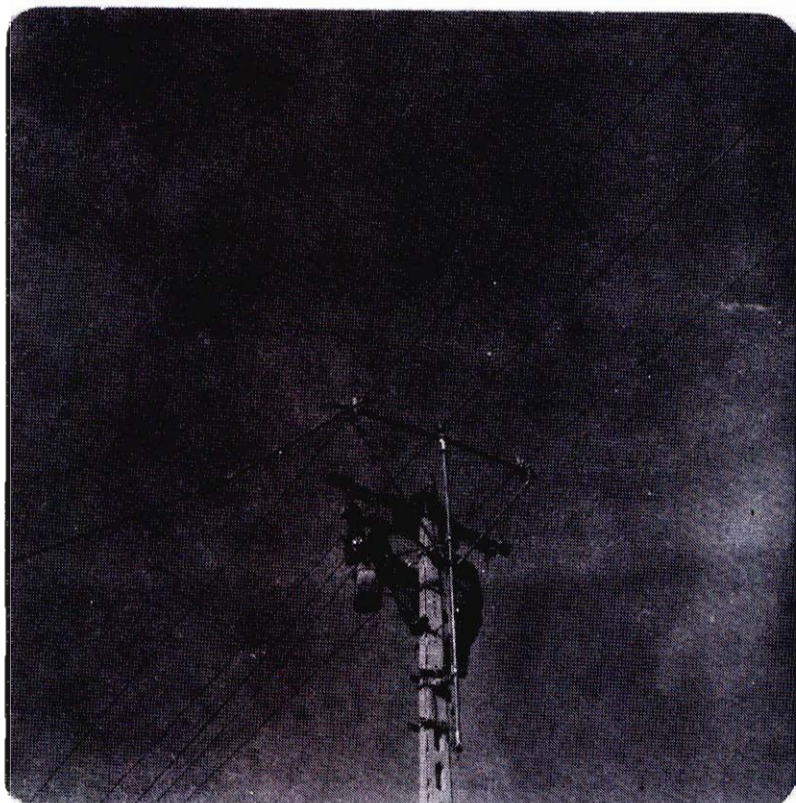
1 - The line Mans And cable mans Hand Book.

2 - A. B. chance.

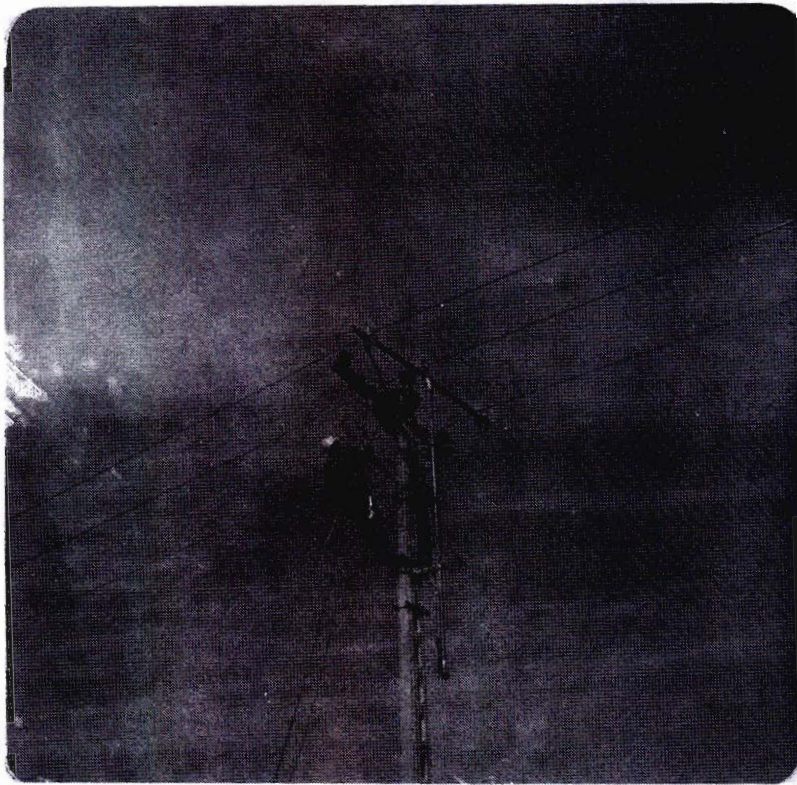
۳ - دستورالعمل سرویس و نگهداری (دانشکده صنعت آب و برق).

۴ - تجربیات اجرایی در طول ۲۷ سال سابقه کار در امر تدریس و سرویس.

۱- روش تعویض کلیه متعلقات سر تیر ۲۰ کیلوولت به طریقہ گرم با ۱۷۰ آمپر بار خط.
در این تصویر کلیه متعلقات معیوب سر تیر ۲۰ KV اعم از کراس آرم مقره‌ها و ... بدون قطع
برق با داشتن ۱۷۰ آمپر بار صنعتی تعویض می‌شود.



۲- روش تعویض هر سه مقره سوزنی ۲۰ کیلوولت به طریقہ گرم با ۱۶۰ آمپر بار خط.
در این تصویر هر سه مقره سوزنی 20 KV معیوب بدون قطع برق با داشتن ۱۶۰ آمپر بار
صنعتی تعویض می‌شود.

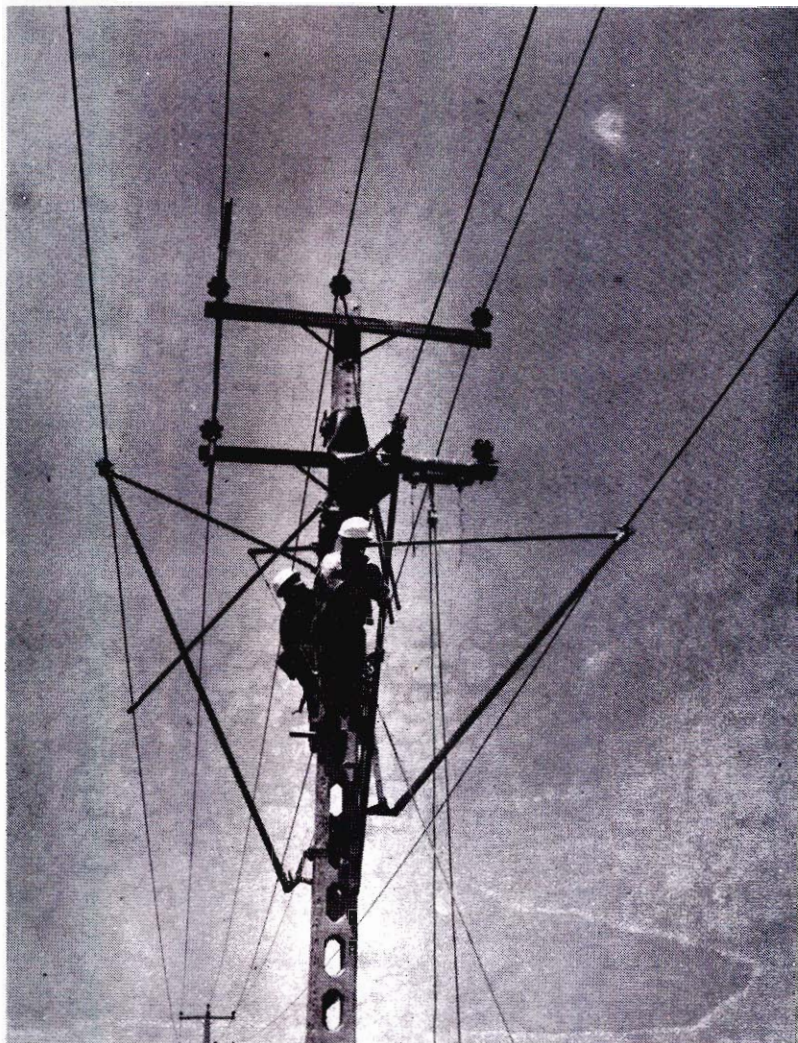


۳- روش تعویض کراس آرم ترک خورده روی تیر دو مداره ۲۰ کیلوولت به طریقه گرم با دو فیدر مجزا با بارهای ۱۶۰ و ۱۶۵ آمپر.
در این تصویر کراس آرم معیوب در خط دو مداره با داشتن بارهای ۱۶۰ و ۱۶۵ آمپر بدون قطع برق تعویض می شود.



۴- روش تعویض مقره‌های معیوب دو مداره ۲۰ کیلوولت به طریقه گرم با جریان هر فیدر ۱۴۰ تا ۱۷۰ آمپر.

در این تصویر هر سه مقره سوزنی 20 KV معیوب در روی خط دو مداره با داشتن بارهای ۱۲۰ الی ۱۷۰ آمپر بدون قطع برق تعویض می‌شود.



توضیح اینکله: کلیه لوازم عایقی و پوشش‌ها از جنس اپاکسی گلاس و فایبرگلاس بوده که به صورت ۹۷٪ عایق و قدرت مکانیکی آنها ۱۲۰۰۰ - ۲۰۰۰۰ پوند و هر فوت آنها به ترتیب ۷۵ تا ۱۰۰ کیلوولت عایق می‌باشند، که در حال حاضر تهیه و ساخت آن در داخل کشور امکان پذیر است.