مطالعه تحقیق‌تدوین : منوچهر رحمتی بنـــــام حـــــــق
دفتر فنی شرکت برق منطقه‌ای اصفهان

بررسی یك حادثـــــه

چکیـــده

در سورخ ۶۹/۵/۳۰ یکی از تکنیسین های باسابقه شرکت برق منطقه‌ای اصفهان بنام آقای صاحب جمعی بمنظ
وصل انشعاب ۲۰ کیلوولت جدیدا لاحداث بی برق به خط اصلی خاموش اقدام و متاسفانه بعلت شوك الکتریکی به
پائین پایه سقوط که‌منجر به قطع‌نخاع وی میگردد. موضوع تحت بررسی تحقیق و مطالعه دقیق قرار گرفته و لـذا
بُعد علمی و عملی آن بطورخلاصه ذیلا" تندیم میکردد.

شـــرح‌مقالـــه

انشعاب مذکور به موازات خط انتقال ۲۳۰ کیلوولتی بهرنك و در فاصله ۱۷ متری(حریم درجه ۱)احداث شده وقرار
بود از خط ۲۰ کیلوولتی مسیر دهق علویجه تغذیه شود، خط اخیر کذر نده از زیر خط انتقال ۲۳۰ توسط شبکـــه
کادر (شیلد وا یر) حفاظت میکردد.

شبکه‌ها وخطوط و بطورکلی سیستم های برقدار حامل انژری دراطراف خود بسته به ویژکی های آن اثرات قابل تو
دارند، ومسلما" اکر به آن توجه نشود خسارات مالی و جانی جبران نشدنی بجای خواهد کذاشت . لذا بمنظـــو
بررسی این پدیده‌ها مطلب رابه سه دسته تقسیم بندی مینماید.

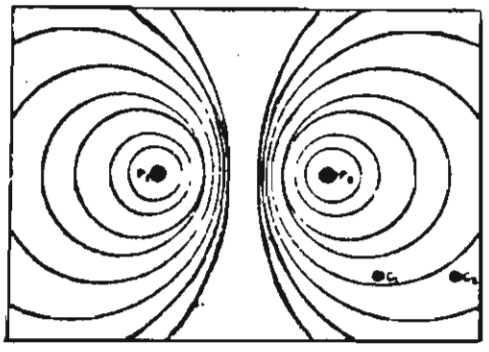
۱ـ اثرات NOISE ناشی از فرکانس

۲ـ اثرات الکترومغناطیسی بعلت عبور جریان الکتریکی

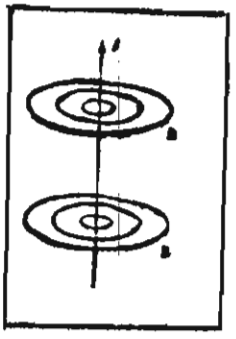
۳ـ اثرات الکترواستاتیکی ناشی از وجود ولتاژ

دسته اول بعلت قطع و وصل کلیدهای قدرت ، وجود بارهای مختلف ازجمله کاپاستیورها ، ماشینها ی سنکـرون ،
تخلیه‌های الکتریکی ، صاعقه و غیره رامیتوان نام بردکه عمدتا" تاثیر آنها برروی شبکه‌های مخابراتی بوده و
از بحث ماخارج است.

۲ـ اثرات " الکترومغناطیسی" عبور جریان الکتریکی از خطوط هوائی ـ کابل ها باس بارهاو کلیدها باعـــث
ایجاد فلوهای حلقوی اطراف هادی میکردد.



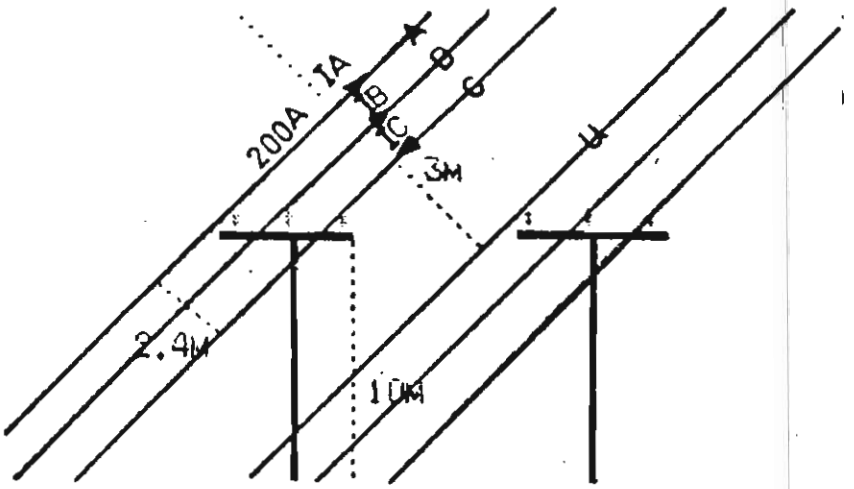
شکل ۱



این فلوهای متغیر بر روی هرفلزی که به آن برخورد نمایدولتاژی القاء میکند ، بدیهی است اگر مدار بسته باشد جریانی متناسب با ولتاژ القاء شده از آن عبورخواهد کرد. درمورد خطوط برقدارکه به موازات یکدیگر عبور مینمایند، ولتاژ القائی متقابل است یعنی هرخط حامل جریان برروی دیگری تاثیر داشته و ولتاژی در یکدیگر ایجاد مینمایند مقدار این ولتاژهای القائی به چند عامل بستگی دارد.

۱ـ مقدار جریان عبوری از خط ، ۲ـ فرکانس مدار ، ۳ـ قطر سیم حامل جریان، ۴ـ فاصله سیم ها از یکدیگر ۵ـ طول مشترك موازی ۶ـ آرایش هادی ها (افقی ـ عمودی مثلثی وغیره) ، ۷ـ ضریب پرم آبیلیته محیط (پرمبیلیتی)

نظر به اینکه بحث ایمنی است و هدف تعیین خطرات ناشی از القاء خط برقدار بر روی خط بی برق که اصولا" گروههای نوسازی و یاتعمیراتی با آن سروکار دارند بنابراین از اثرات متقابل صرفنظر نموده و تنها تاثیر یك خط برقدار حامل جریان به‌خط بی برقی که ابتداُ وانتهای آن بازاست را درنظر میگیریم به این منظور شبکه سه فاز سه سیمه را با فازهای A و B و C درنظر گرفته که حامل جریانهای I_A و I_B و I_e هستند.فاصله آنها از یك سیم خط بی برق مثلا" سیمU را با D_{Au} و D_{bu} و D_{Cu} درنظر میگیریم.



شکل ۲

منتجه فلوهای ایجادشده درنقطه U از رابطه زیر بدست میآید.

1- $\Phi = 2\times10^{-7} \left(I_a \log_e D_{au} + I_b \log_e D_{bu} + I_c \log_e D_{cu} \right)$

ولتاژ القاء شده بر روی سیمU

2- $V = -\frac{d\Phi}{dt}$

3- $V_u = -2\times10^{-7} \times 2\pi f \left(I_a \log_e D_{Au} + I_b \log_e D_{Bu} + I_c \log_e D_{cu} \right)$

اما چون جریانهای خطوط سه فاز متعادل و ۱۲۰ درجه اختلاف فاز دارند

یعنی

4 - $I_a + I_b + I_c = 0$

وازطرفی

5- $I_b = \left(-\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} J \right) I_a$

6- $I_c = \left(-\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} J \right) I_a$

بنابراین رابطه ۲ بشکل زیر ساده میگردد.

$$7- \quad V_u = -4 \times 10^{-7} \pi F I_a \left(\text{Log}_e \frac{D_{bu} \cdot D_{cu}}{D_{au}} + \frac{\sqrt{3}}{2} J \, \text{Log}_e \frac{D_{cu}}{D_{bu}} \right)$$

ولت درهرمتر

اکنون اگر مثلا خط ۲۰ کیلوولت برقداری را درنظر بگیریم که درحریم ۳ متری آن خط فشار ضعیف ، مخابراتی ویا ۲۰ کیلوولت دیگری احداث شده باشد ولتاژ القاء شده طبق شکل شماره ۲ بصورت

$$8- \quad V_u = -4 \times 10^{-7} \times 3.14 \times 50 \times 200 \left(\text{Log}_e \frac{4.2 \times 5.4}{3} + \frac{\sqrt{3}}{2} J \, \text{Log}_e \frac{5.4}{4.2} \right)$$

$$V_u = 25.3 \times 10^{-3}$$ ولت درهرمتر

و یا ولت درهرکیلومتر $V_u = 25.3$

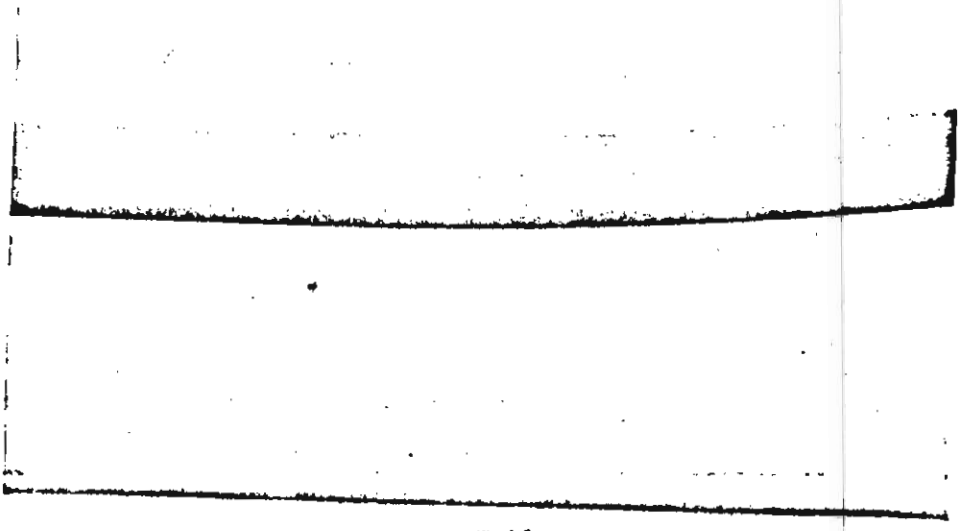
واگر شبکه موازی طولانی مثلا" ۱۰ کیلومتر باشند ۲۵۳ ولت برروی سیم U از خط دوم القاء میگردد.

دوخط موازی برقدار رامیتوان مانند ترانسفورماتوری فرض نمودکه هسته آن هوا باشد.

این ولتاژ القاء شده در شرایط بار متعادل محاسبه شده و درصورتی که بار نامتعادل باشد مقدار بیشتری خواهد شد. (مثلا" یك تیغه از کت اوت جدا باشد) ، ولتاژ القائی زمانی مخاطره آمیز میگردد که در شبکه برقدار اتصال کوتاه و بخصوص اتصال زمین رخ دهدکه دراین صورت جریان القاء کننده به چند کیلوآمپر افزایش میبابد و نیز مولفه هموپولر و یا Zero - Sequence وجود خواهد داشت.

درمورد کابلهائی که جملگی از یك کانال عبور مینمایند بعلت کمی فاصله بین آنها واینکه معمولا" کابلهای فشار ضعیف قدرت بدون شیلدوزره هستند،میزان ولتاژ القائی بخصوص در بارنامتعادل ، وهمچنین اتصال کوتاه تعیین کننده است. ولتاژ القاء شده در کابلهای بی برقی که به سیستم های حساس متصل هستند میتواند موجب اخلال شود. مثلا" درمورد کابلهای فرمان بدون شیلد که بعلت نبودن کابل مناسب در پست ها مصرف میگردد اگر در مجاورت آن کابلهای تغذیه داخلی قرار گیرند، در شرایطی خاص امکان ایجاد اشکال را در سیستم فراهم میسازد.القاء ولتاژ بر شیلد کابلها بعلت جریان عبوری از هادی همان کابل باعث عبور جریان از شیلد کابل شده و لذا حرارت کابل را افزایش میدهد نوسانات بار از یك سو، تنش های الکتریکی و حرارتی از سوی دیگر وجود نیروهای الکترو دینامیکی متقابل بین شیلد کابل وهادی آن درصورت وجود روزنه در پوسته نهائی PVC کابل و یا درابتداو انتهای آن مثلا" درنقاطی از سرکابل که بصورت غیر استاندارد بسته شده باشد موجب نفوذ رطوبت واکسیژن در داخل جداره کابل بخصوص شیلد شده وموجبات فرسایش آنرا فراهم مینماید. این فرسایش یاکُروژن که باعث خرابی شیلد در نقاطی از عایق اصلی کابل میگردد. باعث شروع پارشل دیشارژ شده و عایق اصلی کابل را تضعیف مینماید، این عمل تا شکست الکتریکی و یانخلیه الکتریکی کامل ادامه مییابد و نهایتا " کابل کاملا" معیوب میگردد.

موزدی که اخیرا " به وقوع پیوست و بسیار هم اهمیت داشت کابل ارتباطی بین راکتورها وترانس قدرت درپست ۲۰۰ کیلوولت نجف آباد بود.



شکل ۳

۳ـ اثرات الکترواستاتیکی :

اگر دوصفحه فلزی را مقابل یکدیگر قرار دهیم ، خازنی راتشکیل داده‌ایم ، اکنون اگراختلاف ولتـــاژی به دو صفحه اعمال نمائیم دو صفحه دارای بار الکتریکی شده : مقدار این بار الکتریکی از رابطه

9- $Q = CV$

بدست می‌آید ظرفیت خازن ایجاد شده

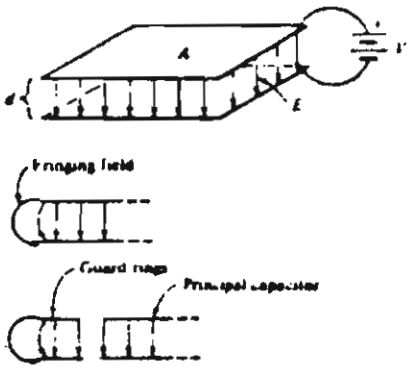
10- $C = E. \frac{A}{D}$

11- $W = \frac{1}{2} \quad \frac{Q^2}{C}$

وانرژی ذخیره شده در آن

12- $W = -\frac{CV^2}{2}$

بدست میآید اگر دو سر خازن را به هم وصل کنیم جرقه‌ای خواهد زد که نشاندهنده تخلیه و هدر رفتن انرژی ذخیره شده میباشد . بین دو صفحه شارژ شده خطوط میدان وجود دارد که شدت آن متناسب باولتاژ اعمـــال شده میباشدو واحد آن ولت بر متر است

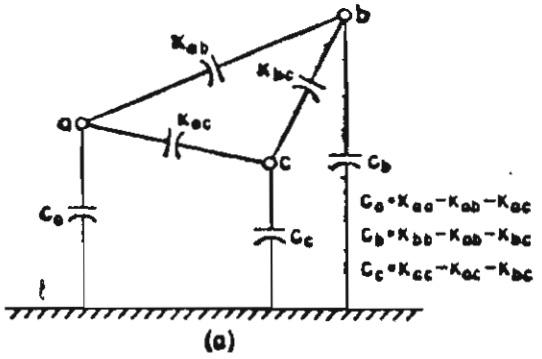


شکل ۴

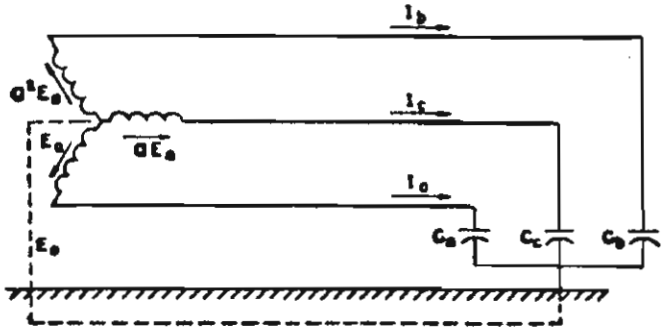
$(E = V/d)$

خطوط حامل انرژی و بخصوص خطوط انتقال همانند خازن دارای ظرفیت الکتریکی میباشند شکل ۷و۸

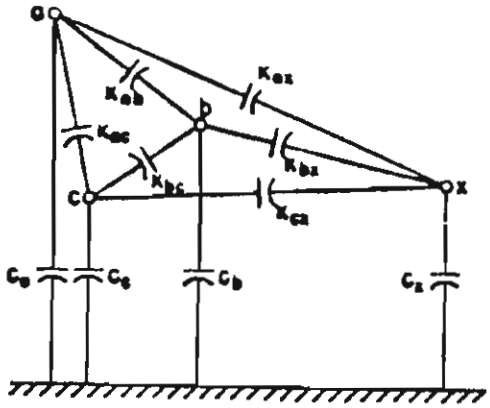
و لذا میدان الکتریکی در اطراف شبکه برقدار موجود است.این میدانها در ولتاژهای پائین قابل اغماض است لیکن مشکلات میدانهای الکتریکی در اطراف خطوط با ولتاژ با لا محسوس و تعیین کننده میباشد، توصیه‌های بین المللی جهت سلامتی موجودات زنده مقدارحداکثر ۱۰ KV/m است. میباشدوالبته در طراحی خطوط مدنظراست ، درمورد مقدار مجاز شدت میدان در سطح زمین و بررسیهای مربوطه



شکل ۵



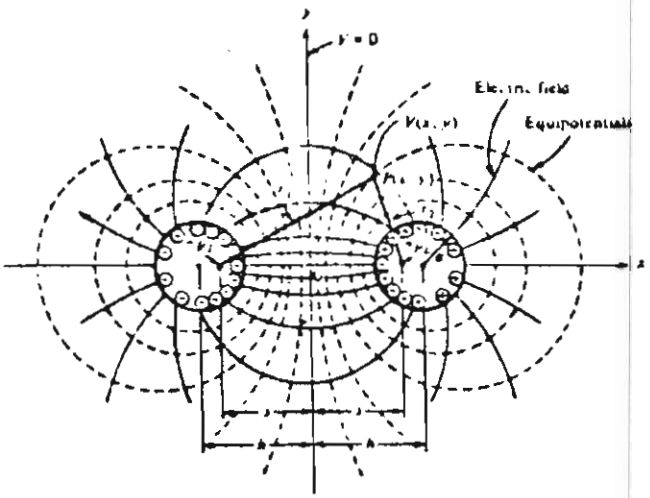
مدار معادل خازنی خط انتقال و نیز وضعیت عبور جریانهای کاپاستیو بطرف زمین



شکل ۶

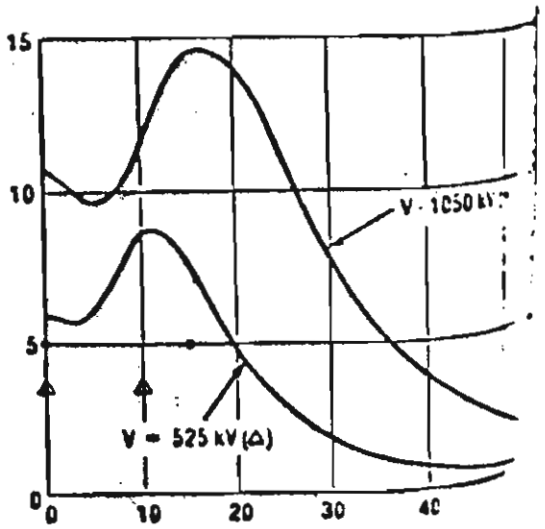
مدار معادل خازنی خط انتقال نسبت به هر سیم مانند X از شبکه دیگری در مجاورت آن در سطح زمین

در چهارمین کنفرانس سراسری صنعت برق مطرح گردید. میدانهای الکتریکی دراطراف خطوط برقدار، خطوط هم پتانسیلی را ایجاد مینمایند. به این معنی دردو نقطه از فضا اختلاف پتانسیلی وجود دارد.

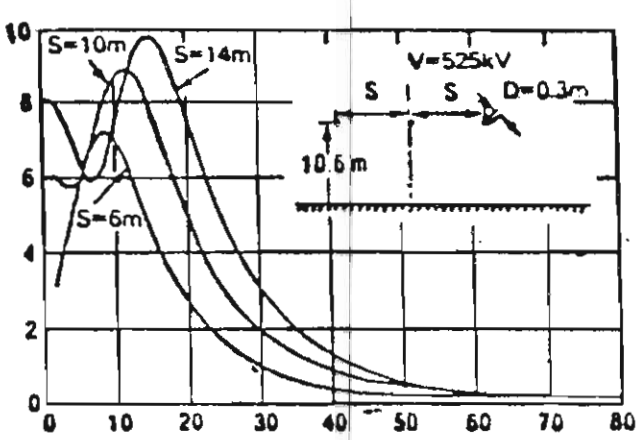


شکل ۷

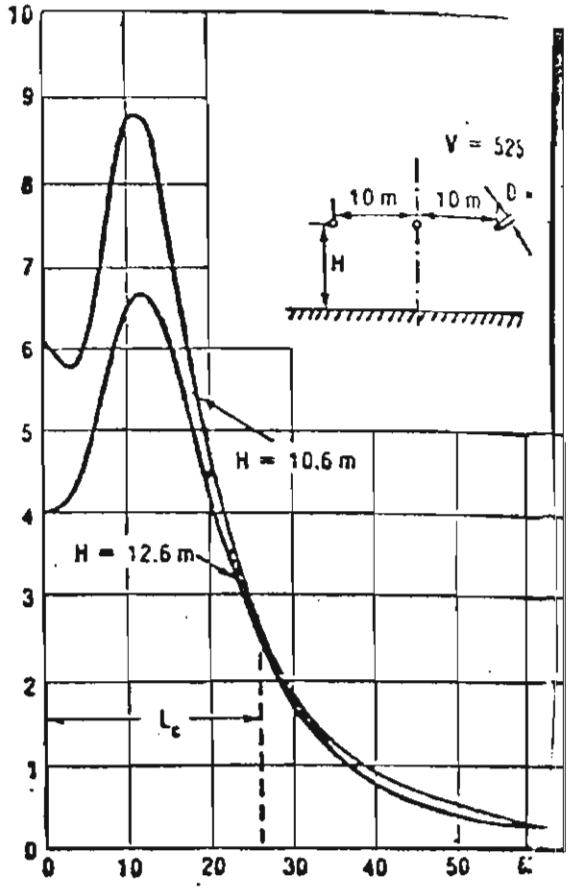
مقدار شدت میدان در اطراف خطوط بستگی به ولتاژ، نحوه آرایش سیم ها، تعداد پاندل ها، ارتفاع هادی ها از سطح زمین و فاصله فازها از یکدیگر دارد.



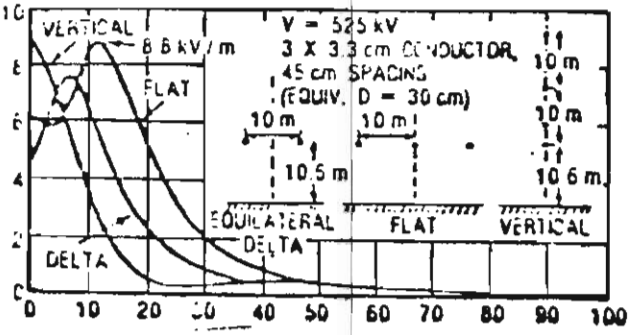
اثر ولتاژ شکل ۸



اثرات فاصله فازها شکل ۹



اثرارتفاع شکل ۱۰



اثرنحوه آرایش فازها شکل ۱۱

رابطه زیر نسبت شدت خطوط میدان را به نسبت فاصله فازهاونیز قطر آنها نشان میدهد

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\mathrm{Log}_e\ (2S_2/D_2)}{\mathrm{Log}_e\ (2S_1/D_2)} \qquad 13$$

برای اندازه گیری شدت میدان و نیز ولتاژ القا شده روشهای مختلفی وجود دارد یکی از روشهای ساده و تقریبی با رعایت اصول ایمنی بشرح زیر است:

یك صفحه فلزی به ابعاد ۱×۱ را از وسط صفحه دیگری بریده و نسبت به بقیه آن عایق مینمائیم البته بهتر است قسمت کناری قاب را به اندازه یك میلیمتر بسمت بالا خم کنیم قسمت قاب به عنوان گارددر برابر میدانهای غیرضروری عمل مینماید، صفحه اصلی را توسط آمپرمتر حساس به شیلد زمین متصل مینمائیم و جریان عبوری را اندازه گرفته، سیم های رابط میبایستی دارای شیلدبوده و دستگاه اندازه‌گیری درمحفظه فلزی قرارگیرد باتوجه به روابط زیر:

$$Q = E_0 E \qquad 14$$

$$I = \frac{dq}{dt} = J E_0 E A \qquad 15$$

$$I = 2\pi f \varepsilon_0 E A \qquad 16$$

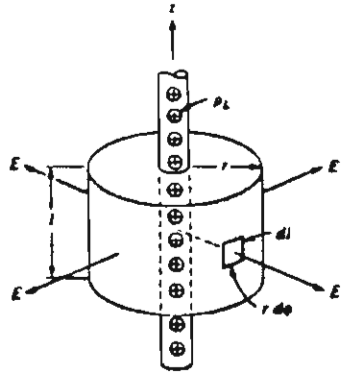
برای سطح یك متر وجریان اندازه‌گیری شده شدت میدان از رابطه زیر بدست می‌آید.

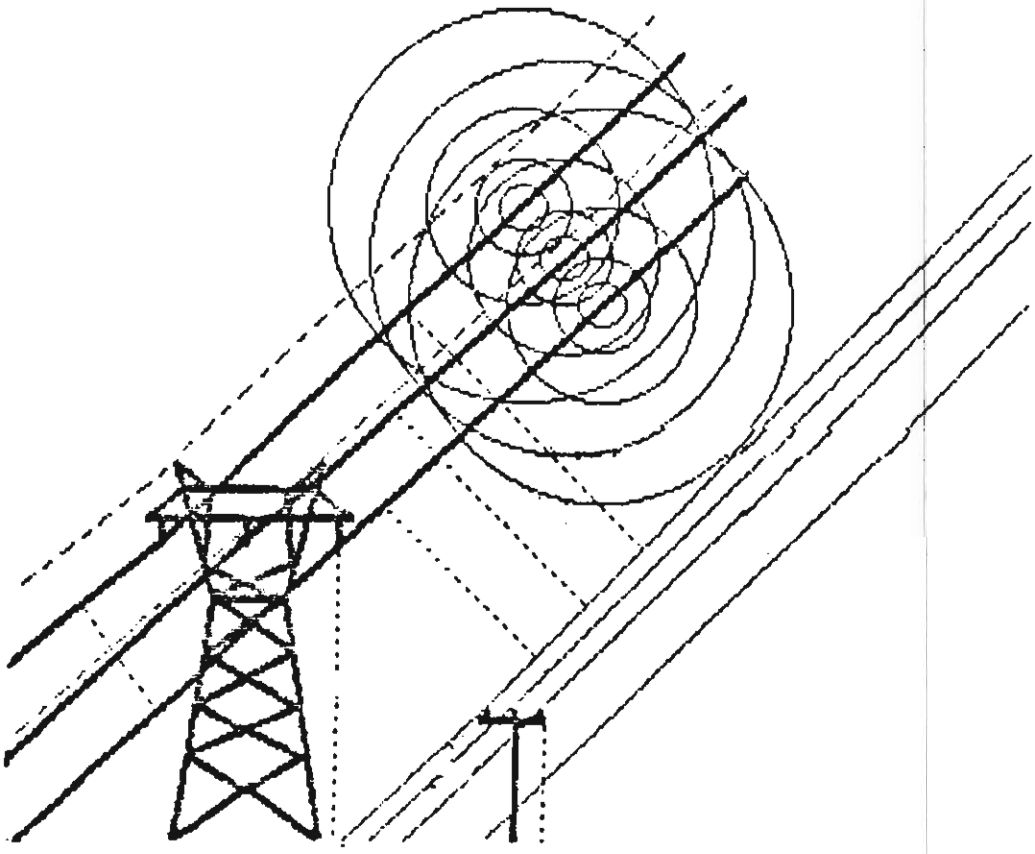
$$E = \frac{I}{2\pi F \varepsilon_0} \qquad 17$$

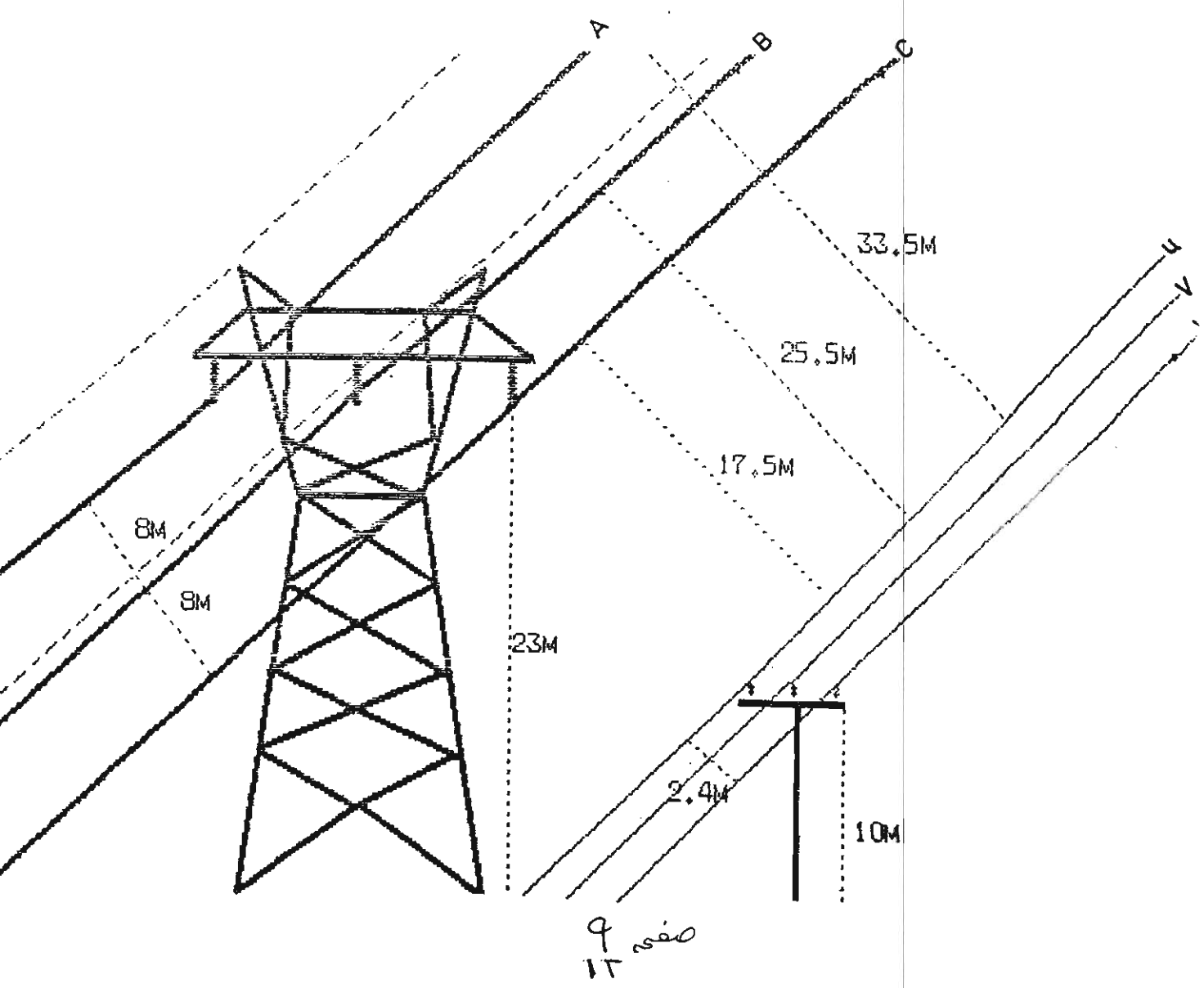
که در آن $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ F/m است

جریان عبوری از مدار بعلت ولتاژ القائی است که توسط بار استاتیکی خط انتقال بر روی صفحه بدلیل برخورد خطوط میدان و قرارگرفتن در خطوط هم پتانسیل بوجود آمده‌است.خطوط هم پتانسیل ناشی ازمیدان مانند استوانه‌هائی هم محور باهادی خطوط میباشند.

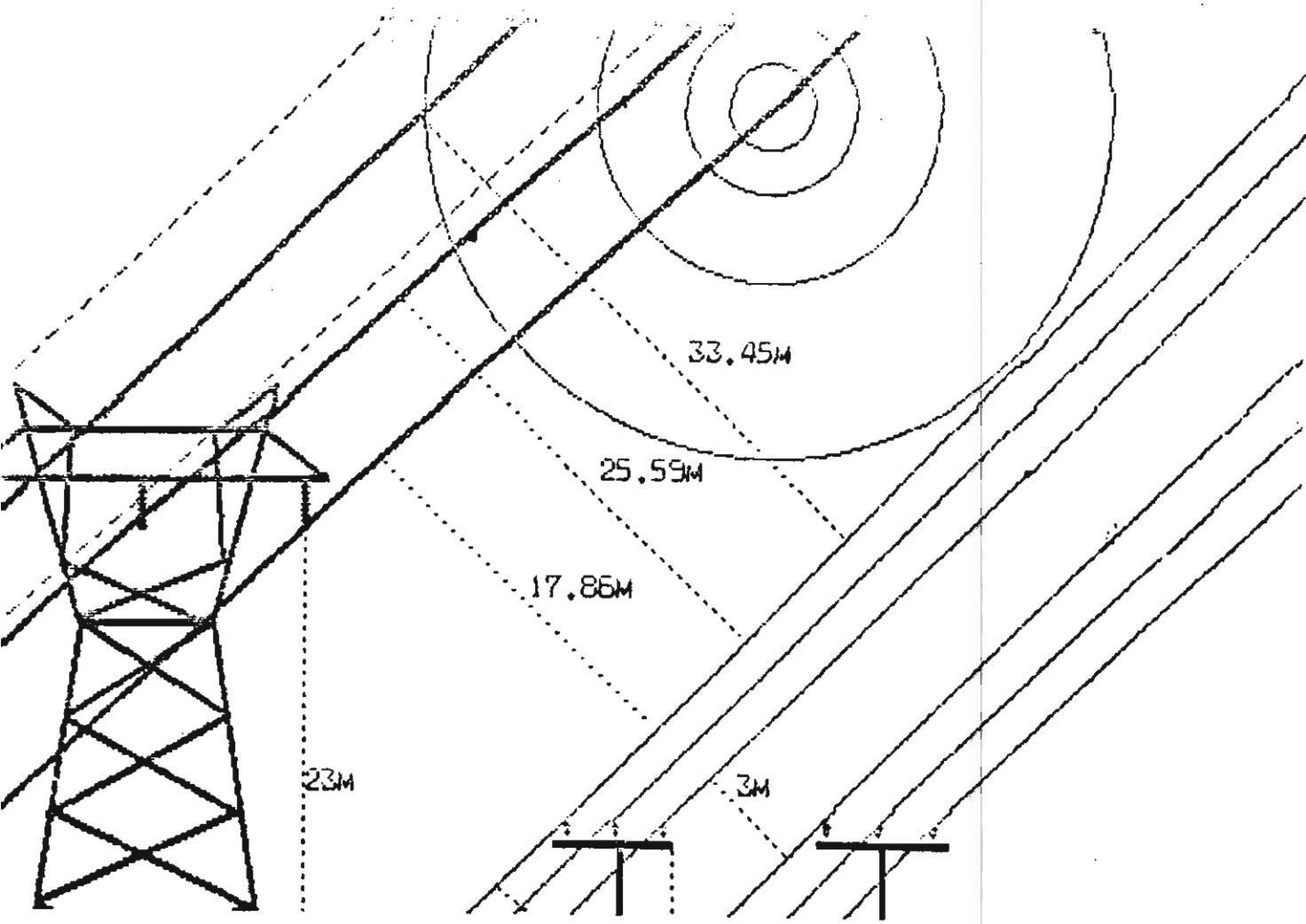
شکل ۱۲







صفحة ٩
١٢



شکل ۱۵

ولتاژ الکترومغناطیسی در طول مشترك موازی حدود ۳ کیلومتر قابل ملاحظه نمیباشد(روابط ۷)

لذا برای تعیین ولتاژ استاتیکی از یکی از روابط ماتریسی زیر میتوان استفاده نمود.

18 $$[V][C] = [I]$$

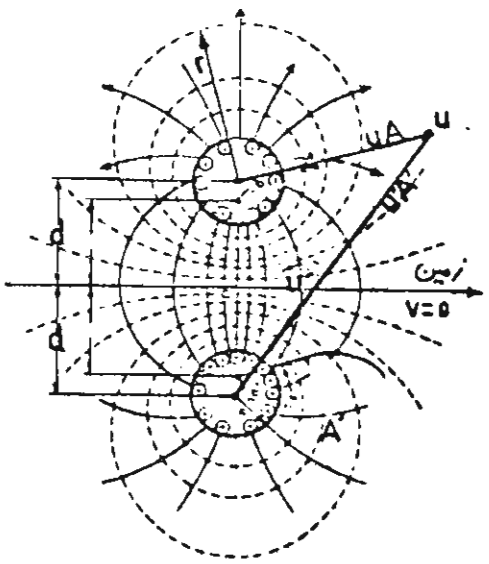
19 $$[V] = [Q][A]$$

کهدرآن[C] ماتریس ظرفیت ها برحسب mho/ Km و [A] ماتریس ضرائب پتانسیل میباشد،

[I] ماتریس جریان گذرنده از خازنهای مدار و[V] ماتریس ولتاژهای خطوط هستند.

بافرض اینکه هربار الکتریکی بر روی خط بار منفی معادل آنرا در تصویرش نسبت به زمین و در زیرزمین

دارا می‌باشد لذا خطوط میدان بطرف زمین همواره وجود داشته و الغاء کننده هستند.



شکل ۱۶

شکل ۱۶ وضعیت یک بار Q را نسبت به تصویر آن نشان میدهدو خطوط میدان و هم پتانسیل کاملا" گویا هستند.

جهت محاسبه ولتاژ استاتیکی القائی برروی خطوط U , V , W تحت تاثیر خط انتقال با فازهای A , B , C شکل ۱۵ و بهره گیری از یکی از روابط قبلی مثلا" رابطه ۱۹ و بسط آن بصورت رابطه ۲۰داریم:

$$\begin{vmatrix} V_A \\ V_B \\ V_C \\ V_U \\ V_V \\ V_W \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} Q_A \\ Q_B \\ Q_C \\ Q_U \\ Q_V \\ Q_W \end{vmatrix} \begin{vmatrix} A_{aa} & A_{ba} & A_{ca} & A_{ua} & A_{va} & A_{wa} \\ A_{ab} & A_{bb} & A_{cb} & A_{ub} & A_{vb} & A_{wb} \\ A_{ac} & A_{bc} & A_{cc} & A_{uc} & A_{vc} & A_{wc} \\ A_{au} & A_{bu} & A_{cu} & A_{uu} & A_{vu} & A_{wu} \\ A_{av} & A_{bv} & A_{cv} & A_{uv} & A_{vv} & A_{wv} \\ A_{aw} & A_{bw} & A_{cw} & A_{uw} & A_{vw} & A_{ww} \end{vmatrix}$$

جهت محاسبه دقیق میبایستی از کامپیوتر استفاده نمائیم. لیکن بانقریب قابل قبول اثر فازهای C,B,A خط ۲۲۰ را به تنهائی بر روی یک سیم مثلا" U از خط ۲۰ کیلوولت را درنظرمیگیریم ، پس باتوجه به زاویه ۱۲۰ درجه ولتاژها ، ترکیب آنها را بدست می‌آوریم. دراین صورت فرض این است که درمرحله اول تنها فاز A و سیم U وجود داشته باشد. بنابراین باتوجه به رابطه اخیر :

21 $$V_A = Q_A \cdot A_{aa}$$

22 $$V_u = Q_A \cdot A_{au}$$

23 $$V_u = V_A \cdot \frac{A_{au}}{A_{aa}}$$

ونقسیم دو رابطه اخیر

اکنون باتوجه به اینکه پتانسیل هرنقطه U ازفضا تحت تاثیر بارهای استاتیکی Q^+ و Q^- از رابطه زیر بدست میآید: شکل ۱۸و ۱۷

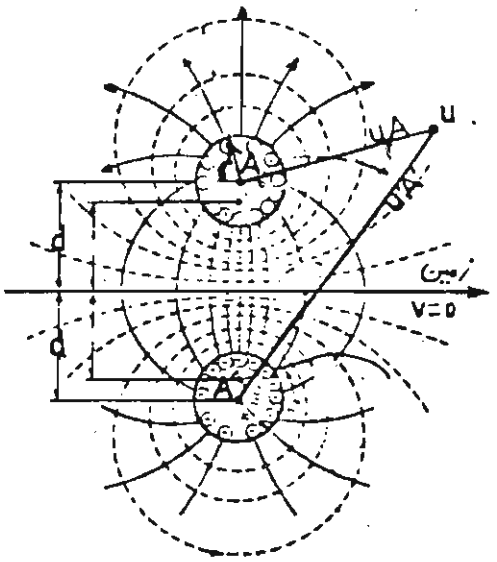
$$V_u = \frac{Q}{2\pi\varepsilon_0} \operatorname{Log}_e \frac{ua'}{ua} \qquad 24$$

همچنین پتانسیل سطح هادی A باشعاع r و در ارتفاع d از زمین

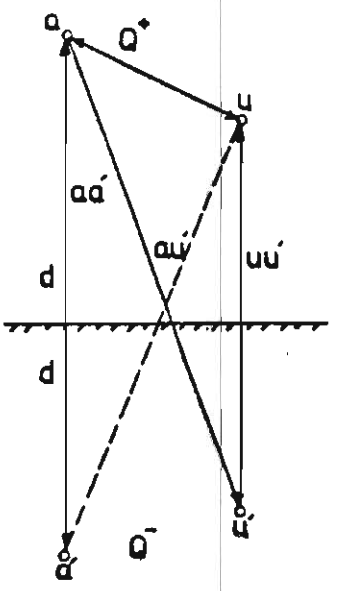
$$V_A = \frac{Q}{2\pi\varepsilon_0} \operatorname{Log}_e \frac{2d}{r}$$

ویا

$$V_A = \frac{Q}{2\pi\varepsilon_0} \operatorname{Log}_e \frac{aa'}{r} \qquad 25$$



شکل ۱۷



شکل ۱۸

و مقایسه رابطه ۲۴ و ۲۵ با روابط ۲۱و ۲۲ :

وچون au'= ua' و نیز au = ua میباشد بنابراین

$$A_{aa} = \frac{\operatorname{Log}_e \frac{aa'}{ra}}{2\pi\varepsilon_0} \qquad 26$$

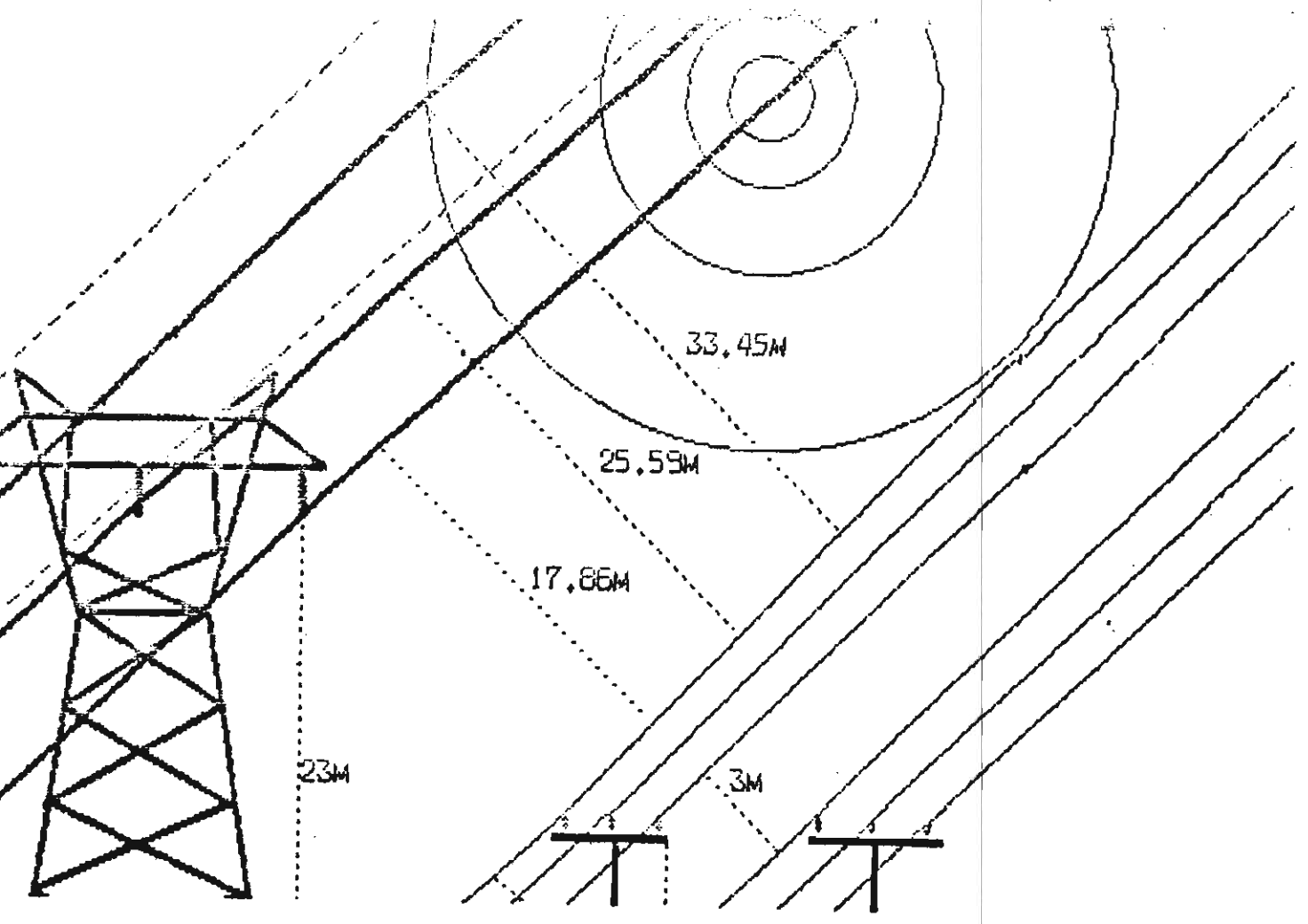
$$A_{au} = \frac{\operatorname{Log}_e \frac{au'}{au}}{2\pi\varepsilon_0} \qquad 27$$

از تقسیم دورابطه اخیر نتیجه میشود:

$$V_u = V_a \cdot \frac{\operatorname{Log}_e au'/au}{\operatorname{Log}_e aa'/ra} \qquad 28$$

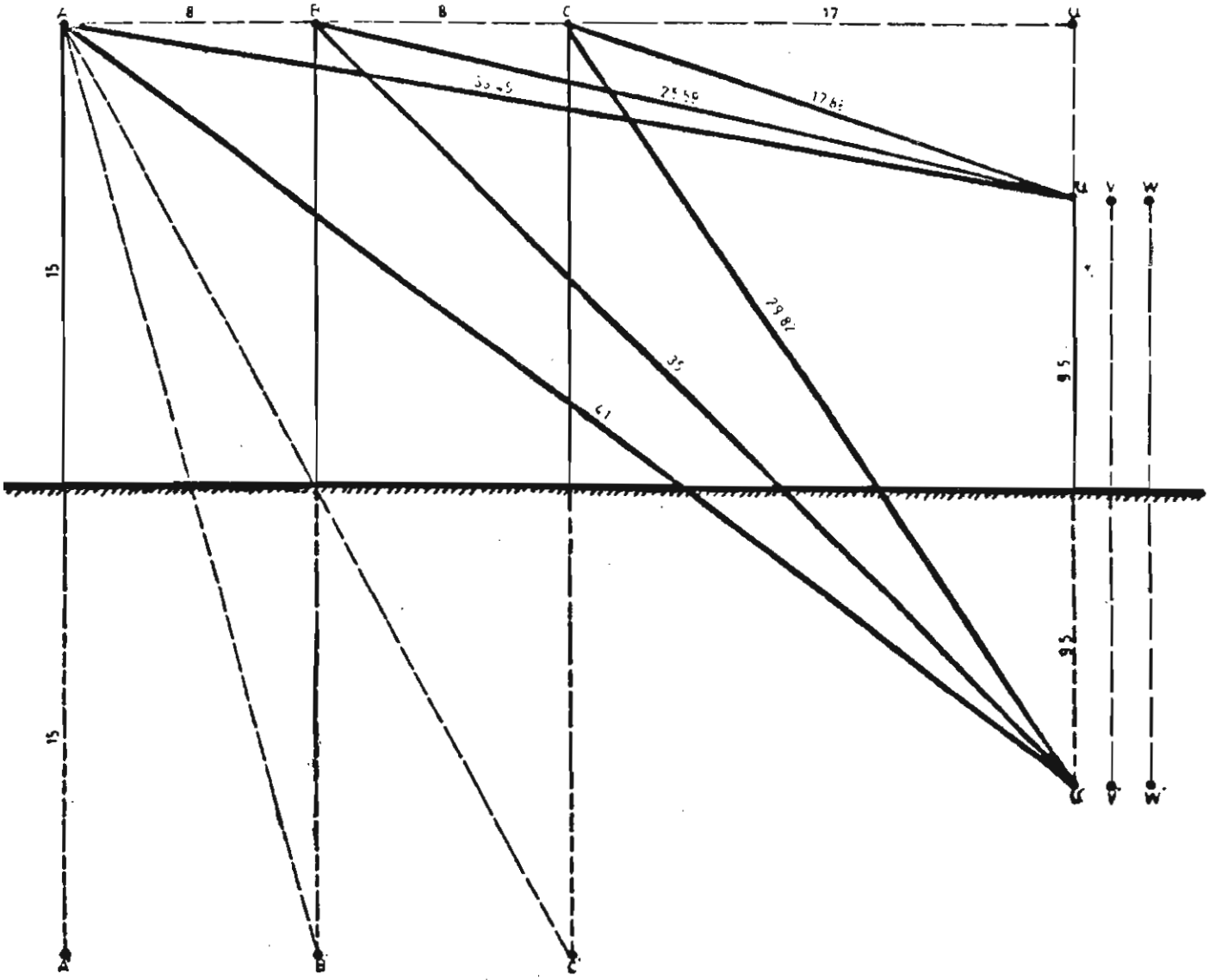
(و جایگزینی در 23)

اکنون باتوجه شکل شماره ۲۰



١٩

و میانگین فاصله سیم های خط ۲۳۰ کیلوولت نسبت به زمین ۱۵ متر میباشد. شعاع آن ۱۵ میلیمتر و فاصله سیم U از خط ۲۳۰ KV (فاز C) ۱۷ متر و ولتاژ خط نسبت به زمین $۱۳۳ = ۳\sqrt{} / ۲۳۰$ کیلوولت میباشد.



۴۰

شکل ۲۰

بنابراین ولتاژ القائی بعلت فاز A :

$$V_{U_1} = 133 \frac{\text{Log}_e \frac{41}{33.45}}{\text{Log}_e \frac{30}{0.015}} = 3.56 \text{ KV}$$

اکنون فرض می‌کنیم تنها فاز B وجود داشته باشد دراین صورت ولتاژ القائی برسیم U ناشی از فاز B بصورت زیر است:

$$29 \qquad V_u = V_B \cdot \frac{A_{bu}}{A_{bb}}$$

$$30 \qquad A_{bb} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0} \operatorname{Log}_e \frac{bb'}{rb}$$

$$31 \qquad A_{bu} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0} \operatorname{Log}_e \frac{bu'}{bu}$$

$$32 \qquad V_u = V_B \cdot \frac{\operatorname{Log}_e \frac{bu'}{bu}}{\operatorname{Log}_e \frac{bb'}{r_b}}$$

ولذا باتوجه به قطر یکسان هادی ها و فاصله ۸ متر فازهای C و A از B ولتاژ القاء شده بعلت فاز B بر روی سیم U

$$V_{u_2} = 133 \frac{\operatorname{Log}_e \frac{35}{25,59}}{\operatorname{Log}_e \frac{30}{0.015}} = 5,479 \text{ KV}$$

و به همین ترتیب برای ولتاژ القائی بر روی سیم U تحت تاثیر فاز C

$$V_{u_3} = 133 \frac{\operatorname{Log}_e \frac{29/82}{17/86}}{\operatorname{Log}_e \frac{30}{0.015}} = 8,969 \text{ KV}$$

ملاحظه میگردد هرچه سیم U و درحقیقت خط ۲۰ کیلولوت به سمت خط ۲۲۰ متر دیگر شود ولتاژ القاء شده فوق العاده شدیدتر میگردد.

نظر به اینکه ولتاژهای القائی تحت تاثیر فازهای A و B و C ازنظر الکتریکی واختلاف فاز ۱۲۰ درجه دارند یعنی

$$33 \qquad \overrightarrow{V_A} + \overrightarrow{V_B} + \overrightarrow{V_C} = 0$$

$$34 \qquad Q_A + Q_B + Q_C = 0$$

وهمچنین

لذا برای بدست آوردن قدرمطلق ولتاژ که توسط ولتمتر قابل اندازه‌گیری است میبایستی از جمع برداری مولفه آن استفاده نمائیم و بنابراین داریم:

35 $$V_u = \overrightarrow{V_{u_1}} + \overrightarrow{V_{u_2}} + \overrightarrow{V_{u_3}}$$

36 $$V_u = V_{u_1} + \left(-\frac{1}{2} + \frac{3}{2}J\right) V_{u_2} + \left(-\frac{1}{2} - \frac{3}{2}J\right) V_{u_3}$$

$$V_u = 3.56 + \left(-\frac{1}{2} + \frac{3}{2}J\right) 5.479 + \left(-\frac{1}{2} - \frac{3}{2}J\right) 8.969$$

$$V_u = (-7,224 - 3,022J)\ KV$$

$$V_u = 7,83\ KV$$

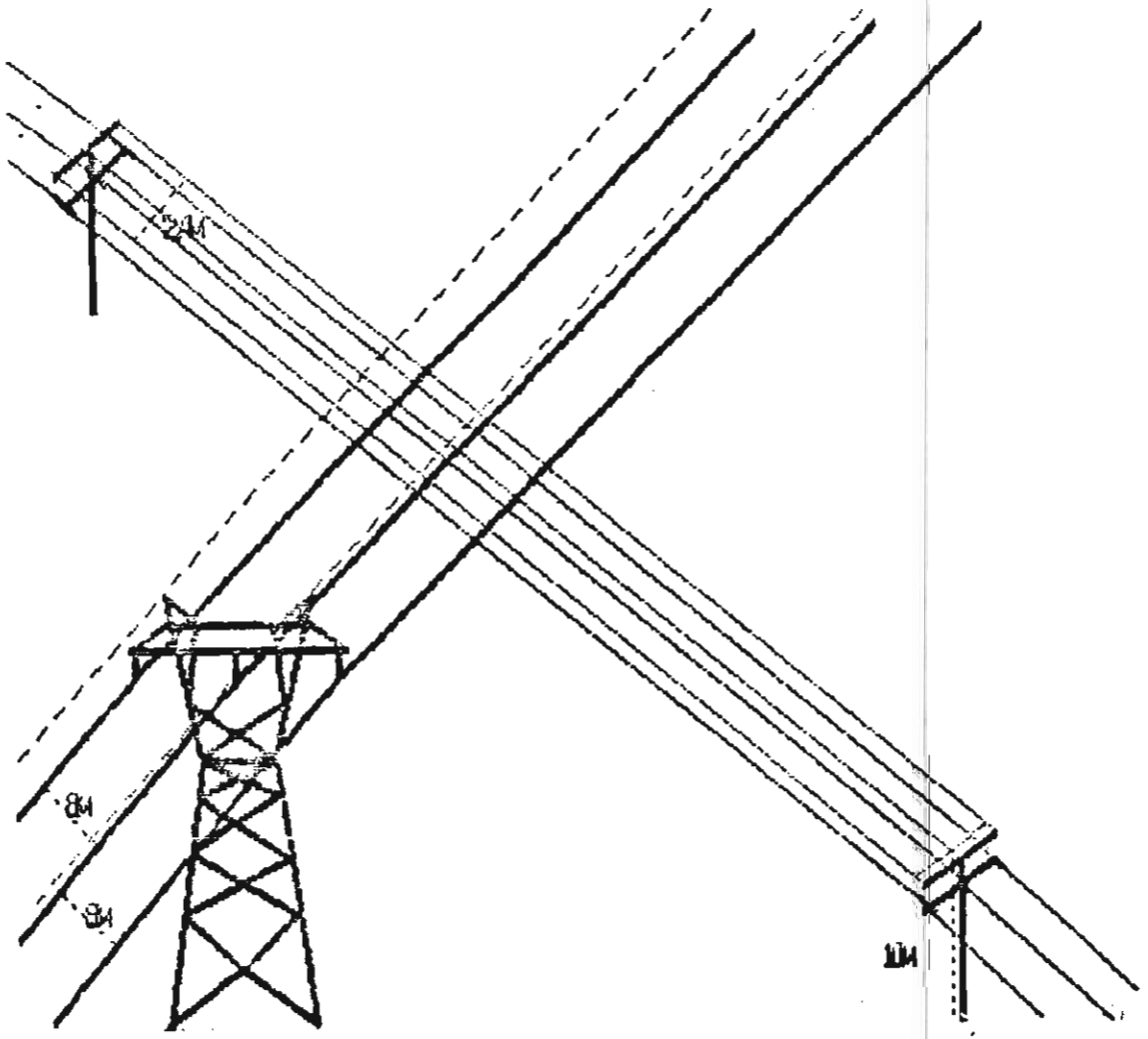
ولتاژ حدود ۸ کیلوولت بعلت شارژ خط ۲۳۰ کیلوولت برروی خط ۲۰ کیلوولت القاء شده که برای پرسنلی که میخواهند با این خط کارکنند فوق العاده خطرناک است.

برای حصول اطمینان از محاسبات اخیر، درمورخ ۶۹/۷/۴ به اتفاق دونفر از همکاران به محل خط مذکوردر ابتدای خط دهق و علویجه رفتیم، علی رغم کمبود امکانات و لوازم از جمله ولتمتر بادرجه بندی با لاترازپنج کیلوولت،مبادرت به اندازه‌گیری نمودیم، به این ترتیب که سیم باریکی بر روی یکی از سیم های شبکه ۲۰ کیلوولت که در ابتدا وانتهای آن جمپر بازبود قرار دادیم، سیم دیگری به شبکه ارتینگ خط ۲۳۰ که ارت بسیار خوبی دارند متصل نمودیم، عقربه آوامتردرجه ۵ کیلوولت باسرعت به آخر صفحه پرتاب شد که نشان دهنده ولتاژ بیشتر از ۵ کیلوولت بود، صدای جیرجیر شدید تخلیه بین سیم برقدار مذکور و نقاط زمین مانند صدای جیرجیرک همکاران را متحیر نموده بود، درجه آوامتر را بر روی آمپرمتر قراردادیم که تا ماکزیمم ۱۰ آمپر بیشتر نشان نمیداد، عقربه آمپرمتر نیز باسرعت به انتهای صفحه پرتاب گردید که بازهم گویای آمپری بیشتراز ۱۰ آمپر بود برای مشخص نمودن ولتاژ تقریبی اسکناس ۲۰۰ ریالی مابین دو قطب برقدار وسیم زمین قراردادیم سریعا " تخلیه واسکناس سوراخ شده دولایه از اسکناس قراردادیم بهمین ترتیب سپس چهار لایه از اسکناس را قراردادیم باتاخیر تخلیه نمود. قدرت تخلیه الکتریکی بسیار شدید بود بطوریکه علی رغم صدای جیرجیر شدید باقوس جوشکاری قابل مقایسه بود، برای تعیین ولتاژ دقیق اسکناس را به آزمایشگاه فشار قوی بردیم باولتاژی با لاتراز ۲ کیلوولت تخلیه دریک لایه شروع شد، بنابراین ولتاژ حدود ۸ کیلوولت تائید گردید.

مرحله دوم اندازه‌گیری در مورخ ۶۹/۱۰/۱۲ در هوائی بارانی و نامساعد انجام گرفت شبکه ۲۰ کیلوولت به فاصله ۵۰ متری از دکل های ۲۳۰ کیلوولت جاری شده بود. ولتاژ بین خط ۲۰ کیلوولت و سیم ارتینگ دکل و بطور تقریب حدود ۲۰۰ ولت بود که البته انرژی چندانی نداشت.

درمورد شبکه گارد که جهت حفاظت خطوط ۲۰ کیلوولت گذرنده زیر خطوط ۶۳ و ۲۳۰ و۰۰۰ کشیده میشود وجهت جلوگیری از برخورد سیم های خطوط انتقال بر روی شبکه ۲۰ کیلوولت طراحی شده است بعلت اینکه

ولذا
اولا" به شبکه کارد نسبت به خطوط انتقال در زاویه ۹۰ درجه و کاملا" عمود برآنها هستند القاء ولتاژ معمولا" چندان زیاد نیست مضافا" به اینکه درصورت هرگونه القاء خطوط فوق توزیع و انتقال بر روی آنها چون معمولا" ولتاژ و جریانهای فوق توزیع و انتقال کاملا" متعادل میباشند لذا درمحدوده تاثیر هر سه فاز حاصل جمع برداری آنها بر روی هریك از سیم های کارد صفر میباشد و لذا دراین صورت درسیم های کارد در خارج از تصویر شبکه انتقال ولتاژ قابل ملاحظه‌ای علی ا لاصول وجود نخواهد داشت برای اثبات این مدعا نیز همزمان باتست اخیر در مورخه ۶۹/۱۰/۱۲ نسبت به اندازه‌گیری ولتاژ شبکه کارد مبادرت نمودیم و البته هیچگونه ولتاژی وجود نداشت ، دراین مورد با تماس یکدست به سیم کارد و با دست دیگر به سیم ارت که از شبکه کارد کاملا" ایزوله‌بود.موضوع اخیر در عکس کاملا" گویاست



شکل ۲۱

باید توجه داشت که شبکه گارد بیشتر تحت تاثیر خط ۲۰ کیلوولتی است که از زیر آن عبور نموده‌است، در شرایط متعادل بار و نیز ولتاژ مشکلی خاص وجود ندارد، احتمال زمانی است که خط ۲۰ کیلوولت اتصال کوتاه و بخصوص اتصال زمین و یا عدم تعادل ولتاژ وجود داشته باشد، دراین صورت سیم ارتینگ خود شبکه گارد درصورتی که خوب زمین نشود میتواند خطرناك باشد بنابراین توصیه میشود ۰
جهت سیم ارت در دسترس عابرین از لوله PVC فشارقوی استفاده و در ارتینگ نیز دقت کافی مبذول گردد ۰
بنابراین از آنچه گذشت چنین بنظر میرسدکه مرحوم صاحب جمعی تحت تاثیر شوك ناشی از القاء خط ۲۳۰ بر روی شبکه جدید الحداث که به موازات آن کشیده شده بود به پائین سقوط نموده است نه شبکه گارد، شدت میدان الکتریکی ناشی از وجود ولتاژهای بالا بر روی فلزات زیر بای بارپست ها و تجهیزات برقدار ولتاژی القاء مینماید که همکاران گروههای تعمیراتی در ایستگاهها میبایستی به آن توجه کافی مبذول فرمایند ۰

درمورد کابلهای فشار قوی موضوع بااهمیت بیشتری است به این معنی که اگرشیلدکابل بخصوص کابلهای خودنگهدار زمین نشوند پتانسیل خطرناك القاء شده توسط هادی کابل میتواند باعث بروز خطرات جانی و مالی گردد، اصولا" کابل فشار قوی بدون شیلد زمین شده و سرکابل مطمئن معنی و مفهومی از ویژگیهای استاندارد ندارد ۰ در بسیاری از موارد مشاهده میگرددکه همکاران پوسته P.V.C کابلهای کراسلینگ را جدانموده شیلد و لایه‌های دیگر را از پلی اتیلن جدانموده و به خیال اینکه عایق خوبی در اختیار دارند مورد استفاده قرارمیدهند

درمورد کابلهای خود نگهدار موضوع حائز اهمیت بیشتری است چون اگر شیلد کابل زمین نشود، پتانسیل خطرناك بخصوص در شرایط عدم تعادل ولتاژ بر روی شیلد و یاپوسته کابل قرارخواهدگرفت بطوری که این پتانسیل میتواند افرادی که بنحوی با آن سروکار دارند دچار سانحه نماید، ناگفته نماند که بکسل نگهدارنده خود توسط روکش P.V.C عایق شده است ۰
دراینجا لازم میداند چند پیشنهاد را تقدیم نماید ۰
۱ـ نظر به اینکه قانون حریم در سالها قبل تدوین شده جادارد باعنایت به گسترش شبکه‌های توزیع، فوق توزیع و انتقال و نیز افزایش ولتاژهای مورد استفاده وزارت نیرو نسبت به بررسی مجددوتعیین خط مشی اصولی و تهیه دستورالعمل های لازم برحسب مورد اقدام نماید ۰
۲ـ گروه کارشناسان توزیع نسبت به بررسی اشکالات سیستم توزیع بخصوص حریم خطوط و کردینیشن سیستم همت نماید ۰

منابع مورد استفـــاده

1) ELECIRICAL -TRANSMISSION AND DISIRIBUTION REFERENCE — BY: WESTINGHOUS CO

2) ELEMENTS OF POWER SYSTEM ANALYSIS — BY: WILLIAM STEVENSON

3) THE TRANSMI SSION AND DISTRIBUTION OF ELECTRICAL ENERGY — BY: COTION

4) ELECIRICAL TECHNOLOGY — BY: B.L.THERAJA

5) ELECTROMAGNETIC THEORY — BY: JOHN-REITZ

6) APPLIED ELECIOMAGNETICS — BY: MARTIN: A.PLONUS

7) IEEE TRANSMISSION POWER 1978 JULY

8) TRANSMISSION LINE REFERENCE