Experience on Electric and Magnetic field induction under 765/400kV power transmission lines

C3-209

الخبرة في استقراء المجالات الكهربية والمغناطيسية تحت خطوط نقل القوي الكهربية ذات الجهد الفائق 400 كف / 765 كف

ترجمة : م/ بسمة محسن زكريا

مراجعة : أ.د/ أهداب المرشدى

مراجعة : أ.م.د/ محمد محمود سامى

الملخص

- تنتج خطوط نقل القدرة الكهربية التي تعمل بجهد وتيار عاليين مجالات كهربية ومغناطيسية قوية بالتتابع.
- يمكن أن يكون للمجالات الكهربية والمغناطيسية التي تولدها معدات المحطات الفرعية وخطوط النقل ذات الجهد العالي والجهد الفائق في المناطق المجاورة لها تأثيرات صادمة ومحسوسة على الانسان والنباتات والحيوانات.
- من الضروري الحفاظ على مستويات معينه من المجالات الكهربية والمغناطيسية بالقرب من معدات وخطوط الجهد العالي والفائق ضمن الحدود الآمنة.
- ولقد وضعت اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) ومعهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) إرشادات عامة للحد من تعرض المجالات الكهربية والمغناطيسية بمستوى آمن.

Paris 2020

الملخص

- ولقد تم تصميم خطوط النقل للحفاظ على المجالات الكهربية والمغناطيسية على مستوى الأرض ضمن الحدود التي الآمنة التي تحكمها إرشادات ICNIRP / IEEE. ومع ذلك، فانه في بعض الأماكن، يؤثر وجود اشياء خارجية على شكل وتوزيع المجالات ويلزم لذلك حلها بواسطة مصممي ومشغلي خط النقل.
- تناقش الورقة بشكل عام الخبرة في استقراء وتأثير المجال الكهربائي وقضايا المجال المغناطيسي التي يواجهها موظفو خطوط النقل. تناقش الورقة أيضًا على وجه الخصوص ، دراسات الحالة التالية مع الحلول المقترحة / المنفذة:
  1. وجود حقل العنب تحت خط النقل.
  2. وجود خط توزيع ذو جهد منخفض يمر تحت خط النقل.
  3. وجود سياج معدني من الأسلاك الشائكة يمتد على طول خط النقل.
  4. وجود أشجار / شجيرات ومحاصيل داخل محيط خط النقل.

الكلمات الافتتاحية: - المجالات الكهربية والمغناطيسية، الحث، الحماية، خطوط نقل القدرة الكهربية، حق الطريق

3

Paris 2020

المقدمة

- ✓ تنتج المجالات الكهربية والمغناطيسية اثناء تشغيل خطوط نقل القدرة الكهربية.
- ✓ تعتمد شدة المجالات الكهربية والمغناطيسية على جهد التشغيل وتحميل الخط على التوالي.
- ✓ المجالات التي تولدها الخطوط لها نفس تردد جهد التشغيل للخط وتتناسب شدة المجالين الكهربي والمغناطيسي في أي نقطة تتناسب عكسياً مع مربع المسافة من المصدر.
- ✓ تعتمد شدة المجالين الكهربي والمغناطيسي على عدة عوامل أخرى مثل الظروف الجوية، وما مدي قرب الأجسام الطويلة (الأشجار، والأسوار، وحالة التربة، وما إلى ذلك)، وارتفاع الموصلات، وشكل الموصل، إلخ.
- ✓ تعتبر الهند واحدة من البلدان النامية التي تواجه مشكلات فيما يتعلق بزيادة إمكانية التعرض للمجالات الكهربية والمغناطيسية بسبب التوسع السريع للشبكة الكهربائية لتلبية التوسع الحضري وتطوير البنية التحتية.

4

Paris 2020

تابع المقدمة

- باعتبارها وسيلة نقل مركزية في الهند تجري بانتظام شركة POWERGRID قياسات المجالات الكهربية والمغناطيسية في جميع خطوط النقل ويظهر الشكل النموذجي للمجالات الكهربي والمغناطيسية الذي تم الحصول عليها أثناء القياسات التي أجريت تحت خط دائرة مزدوجة 765 كيلو فولت في الشكل 1 (أ) و 1 (ب).
- تجري POWERGRID أيضًا قياسات لمعالجة المخاوف من الجمهور فيما يتعلق بقضايا الاستقراء والتعرض لمجالات كهربية ومغناطيسية عاليين.
- تتبع شركة POWERGRID المعايير الخاصة ب IEEE 644 لقياس المجالين الكهربي والمغناطيسي، ثم تتم مقارنة القيم المقاسة بنتائج المحاكاة (المصممة)،

5

Paris 2020

- يوجد ما يقرب من 403839 كيلومترًا من خطوط النقل في مستويات جهود متفاوتة ما بين 220/400/765/1200 كيلو فولت في الهند و تمتلك شركة POWERGRID وتشغل ما يقرب من 40٪ من خطوط النقل هذه.
- من أجل التحقق من أن المجالات الكهربية والمغناطيسية التي تولدها الخطوط تقع ضمن وحدود وإرشادات ICNIRP وIEEE ،ولقد تمت محاكاة المجالات المجاورة لخط النقل باستخدام برامج ERPI HERBS
- بشكل عام، تتوافق القيمة المقاسة للمجالات الكهربية والمغناطيسية مع قيم المحاكاة وهي في حدود مقبولة (ICNIRP)، لمظهر الأرض المسطح دون أي تدخل خارجي ومع ذلك، في مواقع قليلة من خطوط النقل، لا يخلو حق الطريق تمامًا من العوائق الخارجية؛

ملاحظة:

(ICNIRP) International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection): اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين)

6

Paris 2020

جدول رقم 1 يوضح الخطوط العريضة لقيم المجالات الكهربية والمغناطيسية وشدة التيار
العامة والمهنية طبقا لمعايير اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين

	Electric Field (kV/m)	Magnetic Field (μT)
Occupational **Public**	10 5	**500** **100**
	Current Density (mA/ m²)	
Occupational **Public**	**10** **2**	

7

Paris 2020

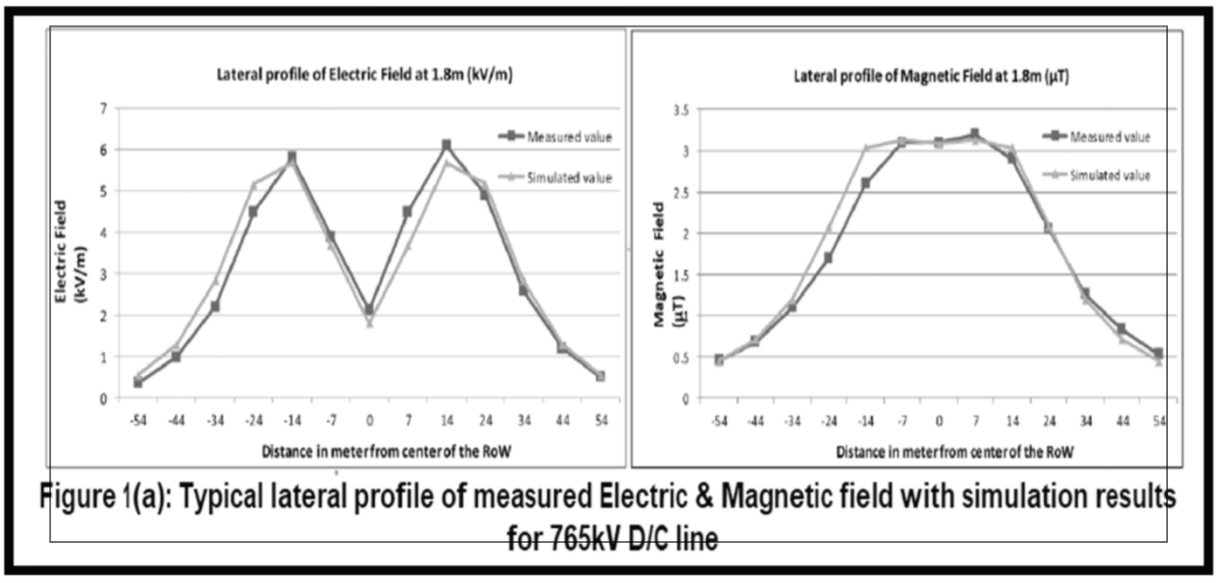


Figure 1(a): Typical lateral profile of measured Electric & Magnetic field with simulation results for 765kV D/C line

8

Paris 2020

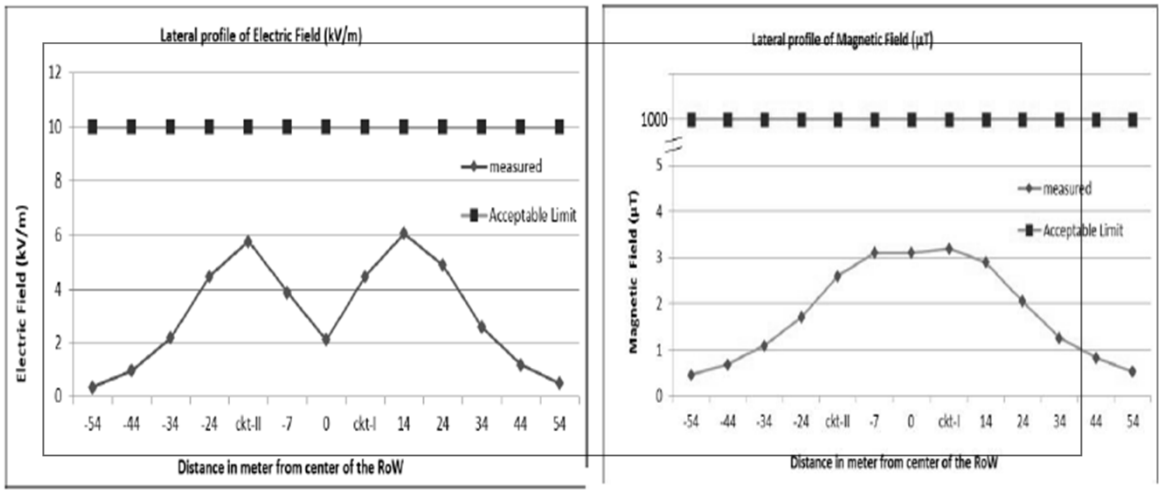


Figure 1(b): Typical lateral profile of measured Electric & Magnetic field with its acceptable limit

9

Paris 2020

دراسة حالة رقم 1: وجود العنب تحت خط النقل

- **يمر خط ذو دائرة مزدوجة بجهد 400 كيلو فولت عبر حقل من العنب**
- **ولقد تم تدعيم العنب بالكامل على شبكة سلكية فولاذية وعلى مسافات منتظمة، كانت الشبكة السلكية مربوطة ومتشابكة مع دعامات خشبية بزاوية معينة أو فولاذية معتدلة من الأرض كما هو موضح في الشكل رقم 2**
- **ولقد تم وضع هياكل الزاوية الداعمة خطيًا على طول وعرض حديقة العنب. وكان متوسط ارتفاع مزرعة الحديقة حوالي مترين من سطح الارض**
- **ونظرًا لأن الشبكة السلكية كانت من مادة موصلة، فقد كان يُعتقد أن شدة المجال الكهربائي ستكون أعلى مما قد يتم ملاحظته بشكل عام. ووفقًا لذلك، كان من الضروري إجراء دراسة لتقييم ما إذا كانت شدة المجال الكهربي والجهد المستحث في الموصّل أعلى وأسفل الشبكة السلكية.**
- **ولقد تم إجراء محاكاة لدراسة ما سبق وتم شرح نتائج المحاكاة بالتفصيل**

10

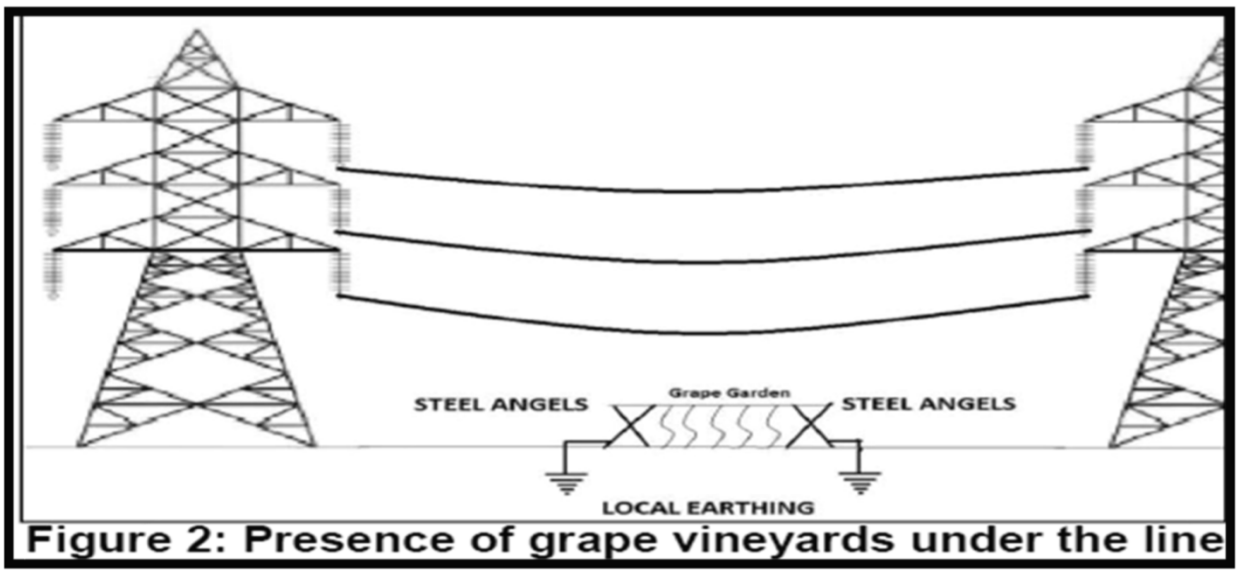


Figure 2: Presence of grape vineyards under the line

11

اولا:نتائج محاكاة امتداد البرج بدون شبكة سلكية

- تم عمل نموذج محاكاة في برنامج EPRI HERBS 2.0 لتكرار السيناريو الحالي
- شكل توزيع المجال لكهربي تحت خط دائرة مزدوجة.، تمت محاكاته باستخدام برنامج EPRIs HERBS 2.0، مع عمل كلتا الدائرتين عند جهد 400 كيلو فولت وبدون شبكة سلكية، بافتراض شكل موصل سلسلي؛ وتظهر النتائج التي تم الحصول عليها في في توزيع المجال الكهربي كما في الشكل رقم 3.

12

Paris 2020

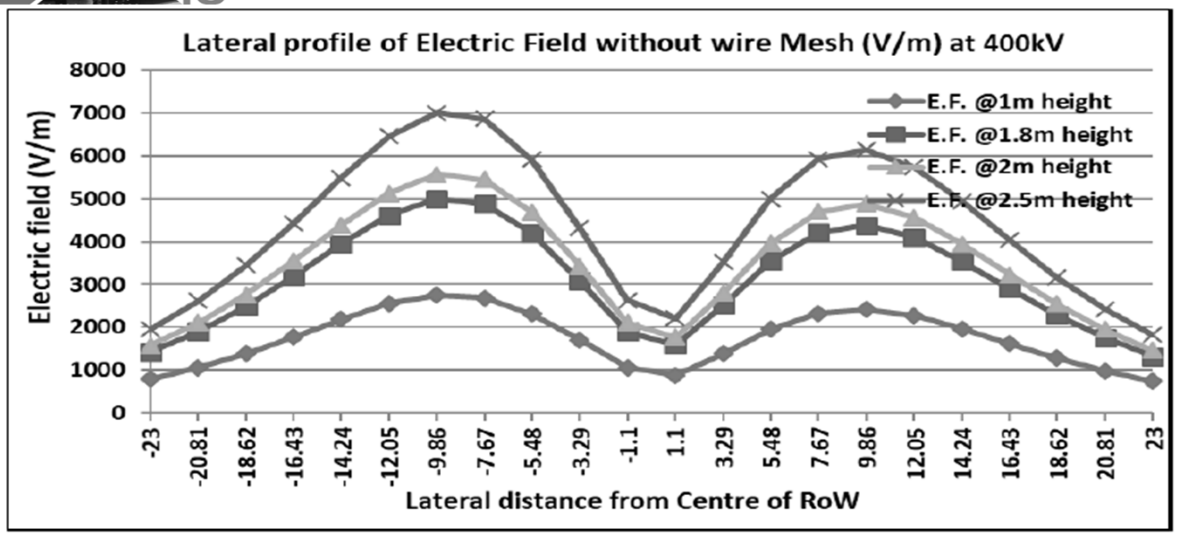


Figure 3: Electric field values with 13.5m ground clearance and without wire mesh

13

Paris 2020

ثانيا: نتائج محاكاة امتداد البرج فى وجود شبكة سلكية

- ولقد تمت محاكاة توزيع للمجال الكهربي تحت خط دائرة مزدوجة مع خلوص أرضي 13.5 مترًا باستخدام برنامج EPRIs HERBS 2.0، مع عمل كلتا الدائرتين عند جهد 400 كيلو فولت.
- تم تصميم شبكة سلكية تعمل بين برجين ويبلغ عرضها 60 مترًا ويبلغ ارتفاعها 2 مترًا (كما موضح الشكل 4).
- تظهر النتائج التي تم الحصول عليها شكل المجال الكهربي كما في الشكل 5.

14

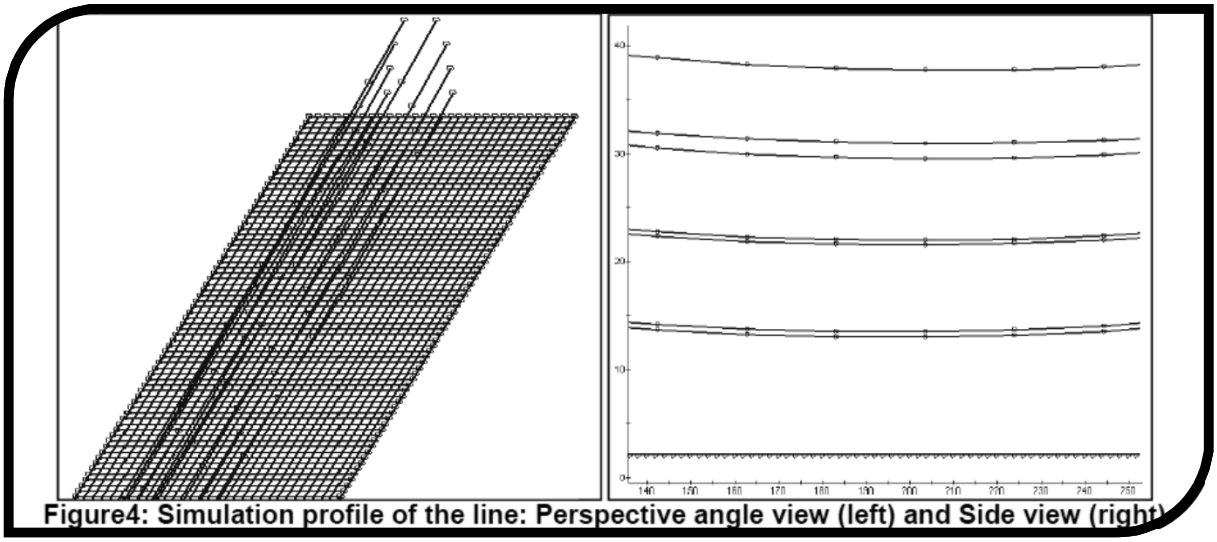


Figure4: Simulation profile of the line: Perspective angle view (left) and Side view (right)

15

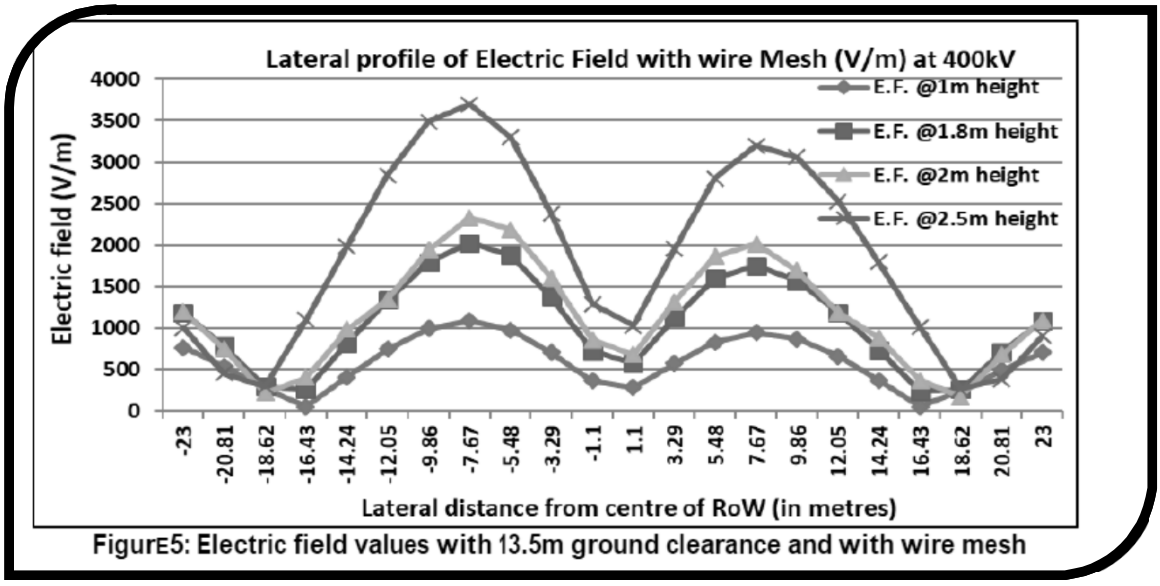


FigurE5: Electric field values with 13.5m ground clearance and with wire mesh

16

Paris 2020

- ✓ كشفت دراسة المحاكاة أن المجال الكهربي يقل في وجود شبكة سلكية عند مقارنته بالحالة بدون شبكة سلكية على نفس الارتفاع، بشرط أن تكون الشبكة السلكية مؤرضة (كما هو مفترض في المحاكاة).
- ✓ تم العثور على أقصى قيمة محاكاة للمجال الكهربي مع شبكة سلكية أقل بنسبة 50٪ تقريبًا من القيمة بدون شبكة سلكية.
- ✓ فى حالة لم تكن الشبكة السلكية مؤرضة بما يكفي، فقد يكون الجهد المستحث مرتفعًا وقد يتعرض الأشخاص الذين يعملون في المنطقة المجاورة لصدمات كهربية.
- ✓ في حالة وجود شبكة سلكية كما تمت مناقشته أعلاه، فإن قيم المجال بعد الوصول إلى الحد الأدنى قبل حافة ROW وتبدأ في الزيادة مرة أخرى باتجاه حافة ROW. ومع ذلك، فإن القيم المقدرة أقل بكثير من الحدود المنصوص عليها في إرشادات ICNIRP للحد من التعرض للمجالات الكهربائية والمغناطيسية المتغيرة بمرور الوقت.

17

Paris 2020

دراسة حالة رقم 2: وجود خط توزيع ذو جهد منخفض يمر تحت خط النقل.

- ❖ إجراء قياس المجال الكهربائي والمغناطيسي عند 1 مترا و 1.8 مترا كانت القيمة القصوى للمجال الكهربائي والمغناطيسي التي تم الحصول عليها 7كف/متر و 1.5 ميكرو تسلا.
- ❖ نظرًا لأنه لا يمكن إجراء القياس الفعلي عند 5 أمتار، فقد أجريت دراسة محاكاة لتقييم تأثير عبور خط التوزيع على توزيع المجال الكهربي ولقد تمت المحاكاة لتوزيع المجال الكهربي على ارتفاع 5 أمتار (أي ارتفاع خط التوزيع ذات الجهد 415 فولت) في امتداد البرج الذي يحتوي على تقاطع خط 415 فولت وتظهر نتائج المحاكاة في الشكل 7 .

18

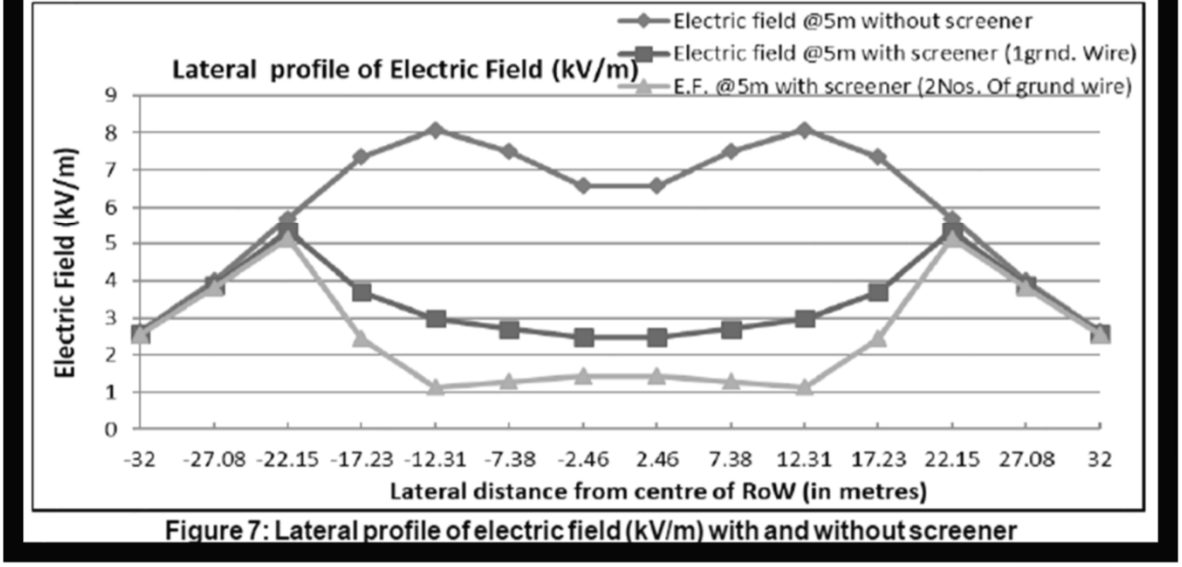


Figure 7: Lateral profile of electric field (kV/m) with and without screener

19

نتائج المحاكاه

- ولقد تم إجراء دراسة محاكاة أخرى لدراسة فعالية الأسلاك الأرضية الفردية والمتعددة التي تعمل أعلي خط التوزيع ذو الجهد 400 كف، على مستويات استقراء المجال الكهربائي لارتفاع خمسة امتار ووفقًا لذلك، فقد تم إجراء دراسة محاكاة باستخدام برنامج EPRI HERBS V2.0، حيث تم عمل سلك مؤرض ليعمل على ارتفاع 6.5 متر كما هو موضح بالشكلين 6 (ب) و 6 (ج))
- كانت أقصى قيمة محاكاة للمجال الكهربي على ارتفاع 5 أمتار بدون سلك مؤرض ومع واحد سلك مؤرض ومع 2 سلك مؤرض كالتالي 8.07 و2.98 و1.13 كيلو فولت لكل متر ويتضح من النتائج أن المجال الكهربي عند 5 أمتار انخفض بنسبة 63.07٪ باستخدام سلك واحد مؤرض و85.95٪ وذلك باستخدام سلكين مؤرضين.

20

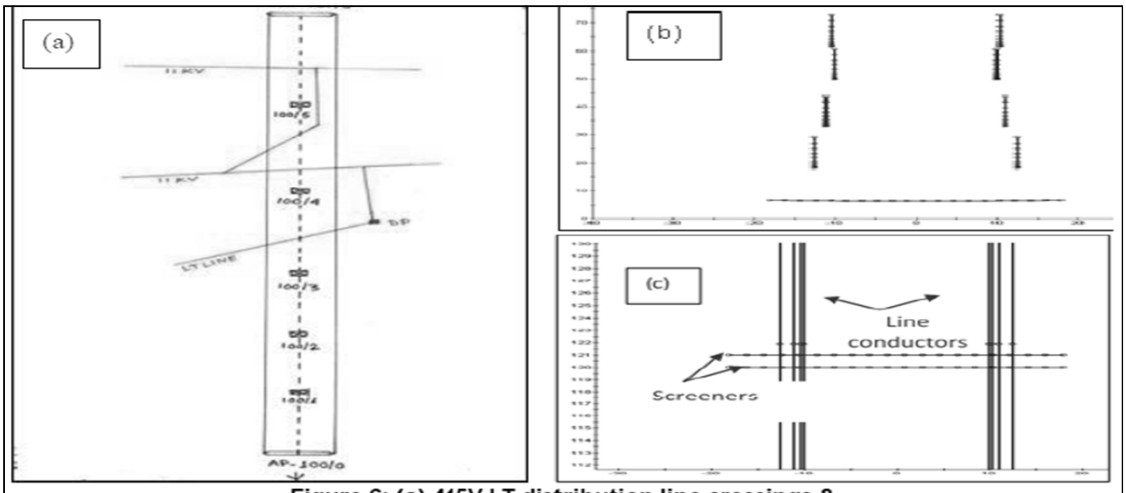


Figure 6: (a) 415V LT distribution line crossings & Simulation profile showing earth screener arrangement, (b) front view and (c) top view

21

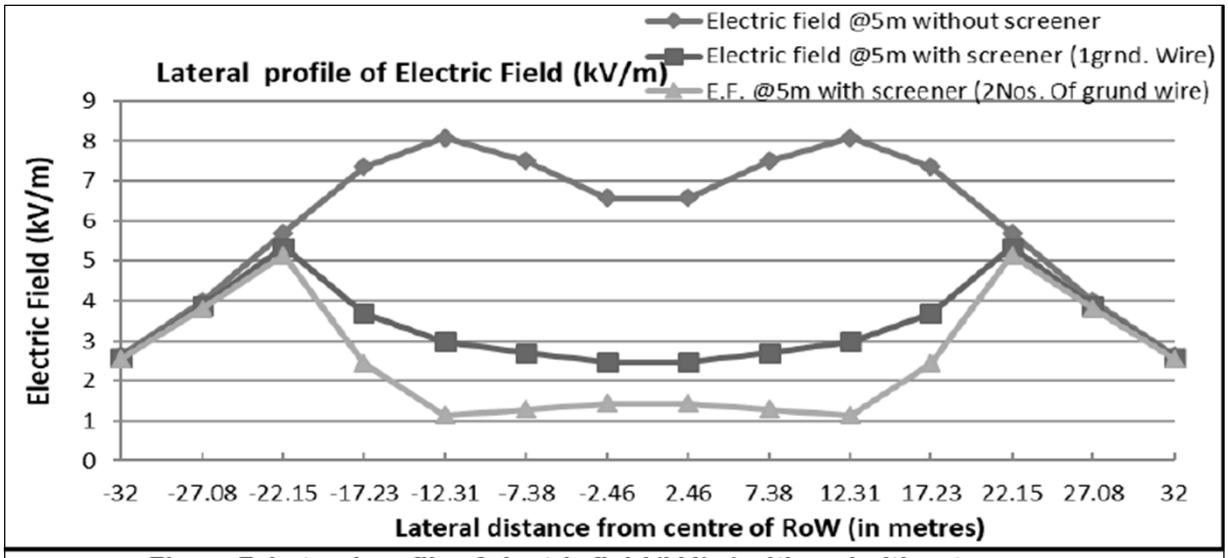


Figure 7: Lateral profile of electric field (kV/m) with and without screener

22

Paris 2020

دراسة حاله رقم 3: وجود سياج معدني من الأسلاك الشائكة يمتد على طول خط النقل

- **لقد وجد بعض الاسلاك الغير مؤرضة ومثبتة على أعمدة خشبية لمسافة 200 متر بجانب خط جهد فائق يعمل ذو جهد 765 كيلو فولت بدائرة مزدوجة**
- **تم إجراء قياسات للمجالين الكهربي والمغناطيسي وكانت النتائج ضمن الحدود الآمنة طبقا لمعايير وإرشادات اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP)، ولكن لا يزال الأشخاص الذين يعملون في المنطقة المجاورة يتلقون الصدمات الكهربية.**
- **ونظرا لأن الأسلاك المعدنية تسير بجانب لمسافات طويله لذا فان الجهد والتيار المستحثين عاليين ولتجنب هذه المشكلة، تم فصل الأسلاك المعدنية وتأريضها عند طرفي كل قسم للحد، على مسافات منتظمة.**

23

Paris 2020

Figure 8: Image showing fencing on wooden poles

24

Paris 2020

دراسة حالة رقم 4: وجود الأشجار / الشجيرات والمحاصيل بالقرب من خط النقل

- ✓ أجريت بعض القياسات لجهد جهد فائق بجهد 765 ك فولت ذو دائرة واحدة من أجل دراسة تأثير الأشجار والشجيرات على قيم المجال الكهربي
- ✓ وجد بعض الأشجار على جانبي الخط كما هو موضح بالشكل 9 أ و9 ب في الاتجاه العرضي للخط.
- ✓ تم إجراء قياس للمجال الكهربي على ارتفاعي واحد و ارتفاع 1.8 متر فوق سطح الأرض على طول الخط.
- ✓ ولقد لوحظ أن هناك تشوه في المجال الكهربي بسبب وجود الشجر وكانت قيم المجال الكهربي تتناقص بسبب تأثير الأشجار التي تعمل كما لو كانت اسلاك حماية كما هو موضح بالشكل 10

25

Paris 2020

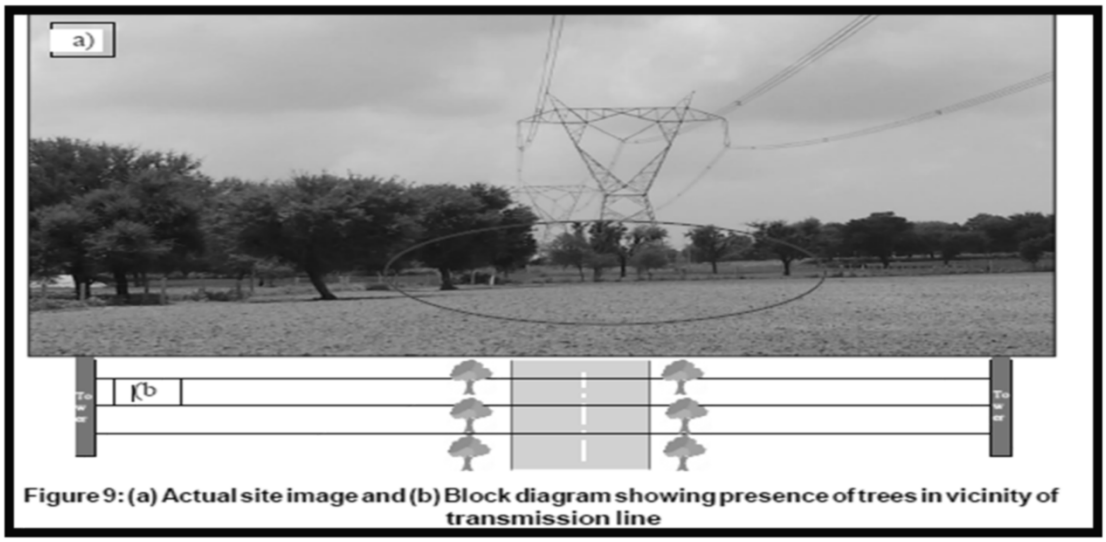


Figure 9: (a) Actual site image and (b) Block diagram showing presence of trees in vicinity of transmission line

26

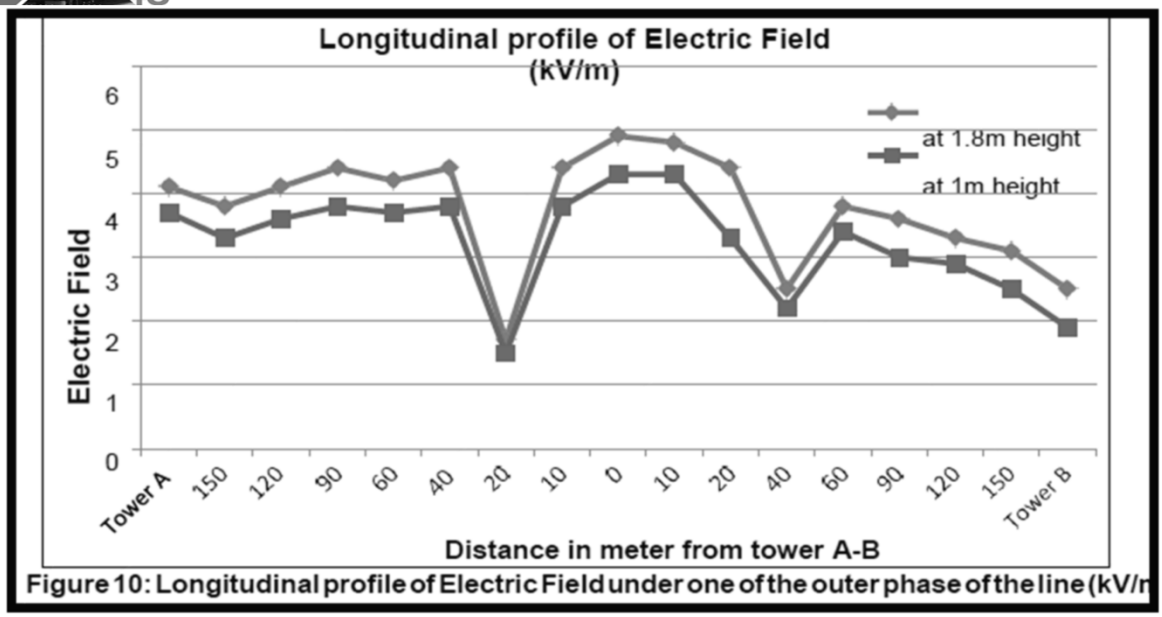


Figure 10: Longitudinal profile of Electric Field under one of the outer phase of the line (kV/r

27

الاستنتاجات

- فى الغالب يتبع مهندسو خطوط النقل عمومًا إرشادات اللجنة الدولية للحماية من الإشعاع غير المؤين (ICNIRP) ومعهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات (IEEE) للحفاظ على قيم المجالات الكهربية والمغناطيسية عند مستوى آمن.
- اثناء مرحلة التصميم ، من المفترض أن يكون امتداد البرج خاليًا من الأشياء والعوائق الخارجية. وقد اظهرت القياسات الميدانية في مختلف خطوط النقل 765 kV / 400 kV بشكل عام التحقق من صحة معايير التصميم فيما يتعلق بالمجال الكهربية والمغناطيسية ومع ذلك ، في بعض المواقع ، يتم اضطراب شكل وتوزيع المجالات الكهربية والمغناطيسي من خلال ما يلي:
  - ✓ وجود عوائق واشياء في نفس طريق الخط لا يمكن أخذها في الاعتبار في برنامج المحاكاة.
  - ✓تغير معاملات النظام باستمرار، ولكن أثناء إجراء المحاكاة تكون هذه المعاملات ثابتة مما قد يؤدي في النهاية الي اختلاف النتائج.

28

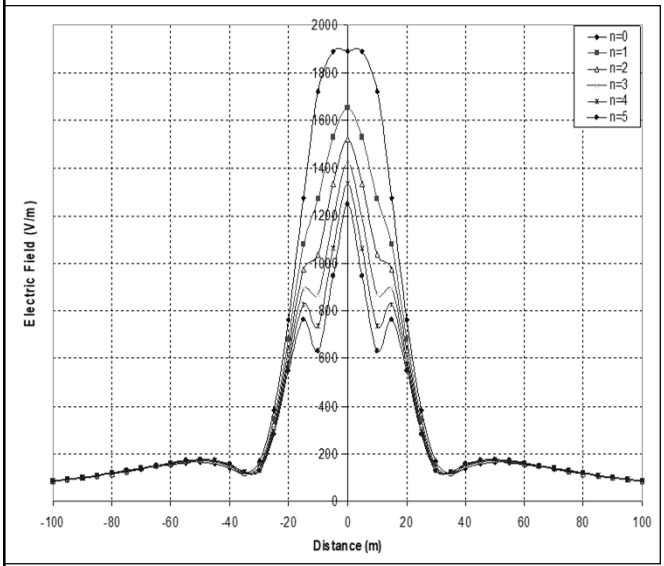
- ✓ سطح الأرض غير المستوي (يفترض البرنامج سطحًا مستويًا تمامًا).
- ✓ لا يمكن أخذ الظروف الجوية (درجة الحرارة ، الرطوبة ، سرعة الرياح وما إلى ذلك) في الاعتبار في المحاكاة.
- ✓ وجود أشياء حادة ، سياج ، أشجار ، إلخ.

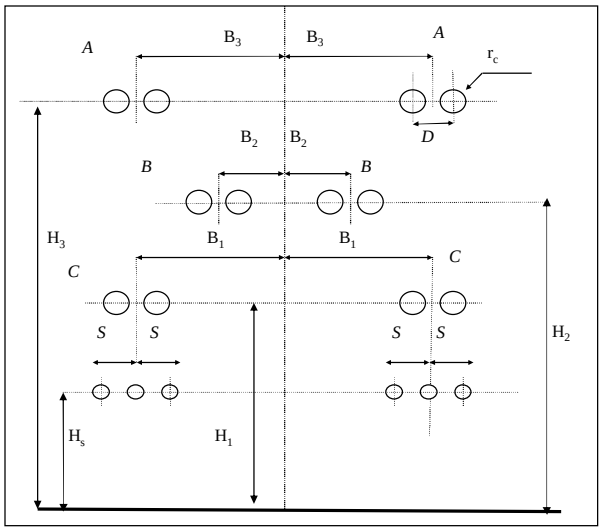
❑ يُطلب من موظفي صيانة خطوط النقل التنبيه والإبلاغ عن مثل هذه الأحداث إلى المصمم والمديرين المسؤولين بحيث يمكن تنفيذ التدابير العلاجية على أساس كل حالة على حدة لضمان سلامة الأشخاص العاملين بالقرب من الخطوط.

29

دراسة حالة لبعض خطوط الشبكة الكهربية المصرية طبقا لما جاء بالمقالة

أولا: خط جهد عالي ذو دائرتين بجهد 220 كف

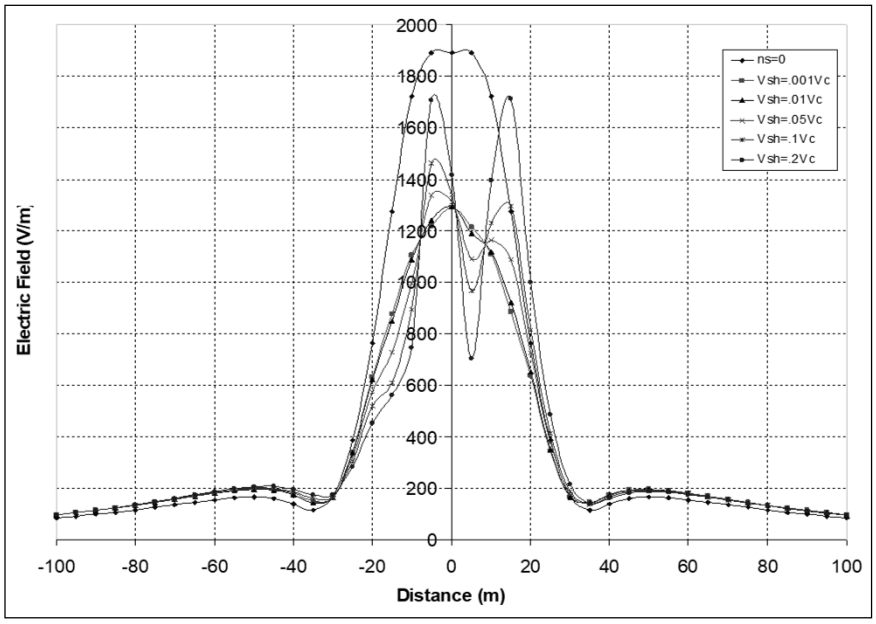




Electric field distribution at 1m height above ground surface with Hs=5.7 and spacing S=1 m.

30

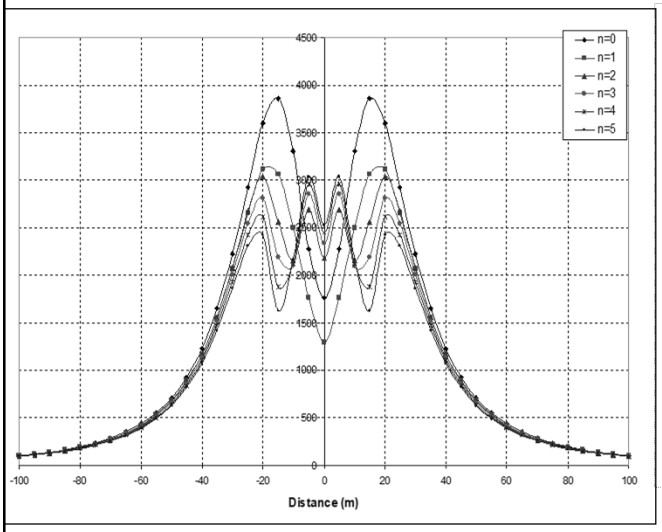
30

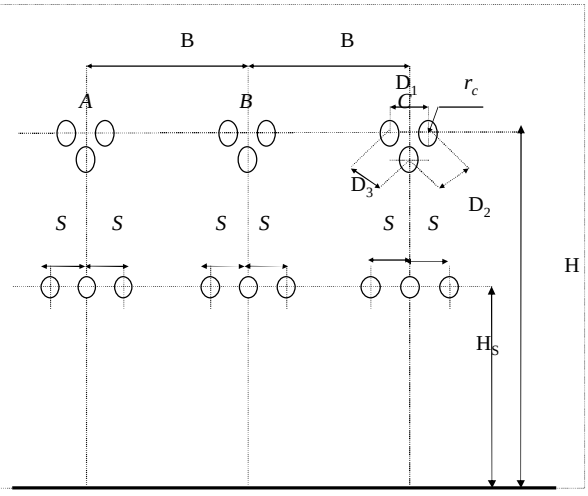


Electric field distribution at 1m height above ground surface with Hs=5.7 and spacing S= 5 m.

31

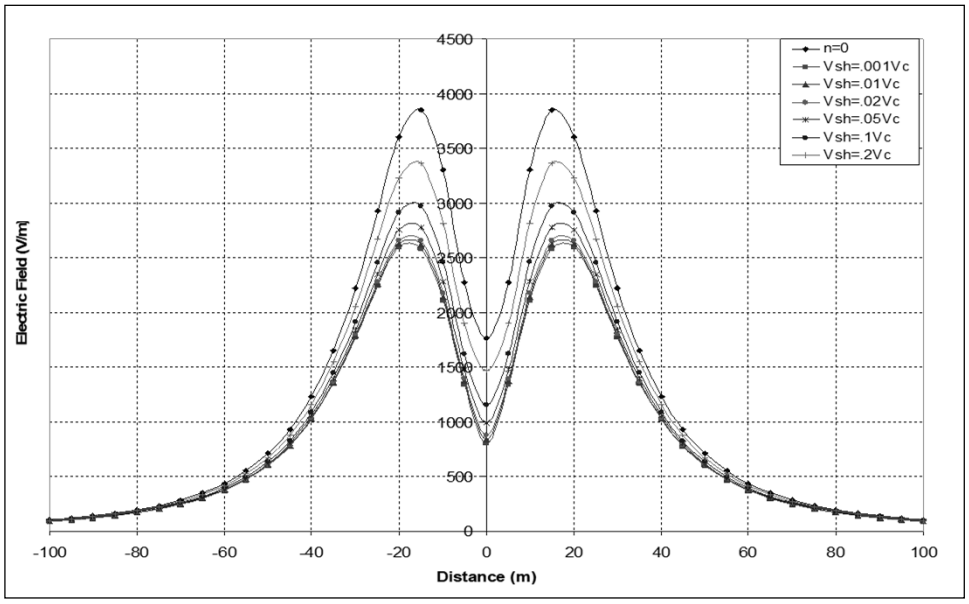
ثانيا: خط جهد فائق دائرة واحده بجهد 500 كف





Electric field distribution at 1m height above ground surface with Hs=10 and spacing S=2 m.

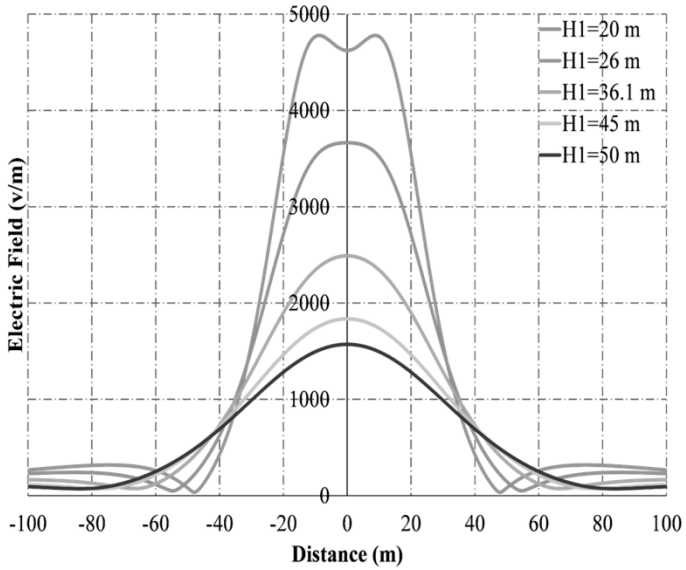
32

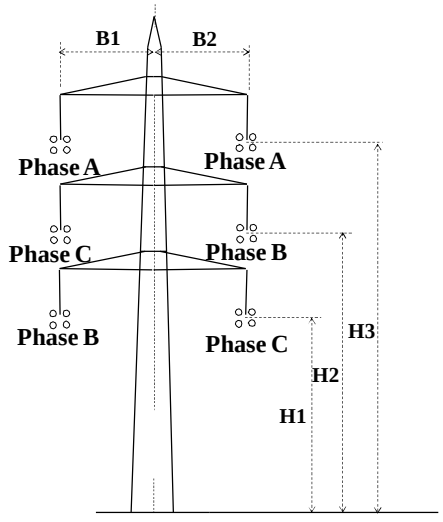


Electric field distribution at 1m height above ground surface with Hs=15, n=2 and spacing S=1m.

33

ثالثا: خط جهد فائق ذو دائرتين بجهد 550 كف





34

شكرا لحسن الاستماع
وأي أسئلة