

ملخص

تعتبر التأثيرات الكهرومغناطيسية للبرق مشكلة رئيسية في التوافق الكهرومغناطيسي. يمكنهم تعطيل أو إتلاف مجموعة واسعة من الأنظمة الكهربائية. ولذلك، فإن تقييم دقيق للاضطرابات الناجمة عن البرق يتطلب معرفة جيدة عن خصائص المجال الكهرومغناطيسي المنبعث. الهدف من دراستنا هو دراسة وتوصيف الإشعاع الكهرومغناطيسي المرتبط بمرحلة القوس الخلفي اللاحق للبرق. حساب المجالات الكهرومغناطيسية يتم باستخدام طريقة FDTD التي تسمح لنا بالتغلب على الافتراضات المستخدمة عموماً في البحوث السابقة لحساب تأثير الموصلية الكهربائية للأرض. خلال هذا العمل سيتم دراسة سيناريوهات مختلفة تشمل هندسة وتكوينات معقدة، أي، وجود أو غياب أبراج عالية، أخذ بعين الاعتبار التقسيم الطبقي للأرض، وجود في ان واحد كل من برج و أرض متعددة الطبقات أفقياً وفي نهاية المطاف، وجود برج وأرض متعددة الطبقات عمودياً مع زاوية ميل. تم التحقق أولاً من صحة الحساب الرقمي الذي تم تطويره باستخدام البيانات التجريبية. النتائج التي تم الحصول عليها مشجعة للغاية، تؤكد بعضها صحة النتائج المنشورة سابقاً في المجالات العلمية و أخرى تفتح مجالات البحث في هذا الميدان.

الكلمات المفتاحية: التوافق الكهرومغناطيسي، FDTD، برق، الإشعاع الكهرومغناطيسي

Résumé

Les effets électromagnétiques de la foudre sont un problème majeur en compatibilité électromagnétique ; ils peuvent perturber ou endommager une vaste gamme de systèmes électriques. Par conséquent, l'évaluation précise des perturbations induites par la foudre nécessite une bonne connaissance des caractéristiques du champ électromagnétique rayonné. Le but de notre travail est l'étude et la caractérisation du rayonnement électromagnétique associé à la phase de l'arc en retour subséquent de foudre. Les champs électromagnétiques sont calculés en utilisant la méthode FDTD qui nous a permis de s'affranchir des hypothèses généralement utilisées dans la littérature pour prendre en compte l'effet de la conductivité électrique du sol. Différents scénarios, qui incluent des géométries et des configurations complexes, sont étudiés, à savoir, la présence ou l'absence des objets élevés (Tours), prise en considération de la stratification du sol, présence à la fois d'une tour et d'un sol multicouches stratifié horizontalement et en fin, présence d'une tour et d'un sol stratifié verticalement avec un angle d'inclinaison (cas d'un domaine de propagation mixte terre-océan). Le code de calcul numérique ainsi développé a été, tout d'abord, validé à l'aide des données expérimentales. Les résultats obtenus sont très encourageants ; certains confirment ceux publiés dans la littérature et d'autres ouvrent des perspectives dans le domaine.

Mots clés : Compatibilité électromagnétique, FDTD, foudre, rayonnement électromagnétique.

Abstract

The electromagnetic effects of lightning are a major problem in electromagnetic compatibility; they can disrupt or damage a wide range of electrical systems. Therefore, the accurate evaluation of the disturbances induced by lightning requires a good knowledge of the characteristics of the radiated electromagnetic field. The purpose of our work is the study and characterization of the electromagnetic radiation associated with the lightning subsequent return stroke phase. Electromagnetic fields are calculated using the FDTD method which allowed us to overcome the hypotheses generally used in the literature to take into account the effect of the electrical conductivity of the soil. Different scenarios, which include geometries and complex configurations, are studied, namely, the presence or absence of high objects (Towers), taking into account the stratification of the soil, the presence of both a tower and a multilayered horizontally stratified soil and in the end, the presence of a tower and a vertically stratified soil with an inclination angle (case of a mixed land-ocean propagation domain). The numerical calculation code thus developed was first validated using experimental data. The obtained results are very encouraging; some confirm those published in the literature and others open perspectives in the field.

Key words: Electromagnetic compatibility, FDTD, lightning, electromagnetic radiation.