

Article Arrival Date

06.05.2021

Article Type

Research Article

Article Published Date

20.06.2021

Doi Number: <http://dx.doi.org/10.38063/ejons.425>

YÜKSEK GERİLİM GÜÇ HATLARININ MANYETİK ALAN ANALİZLERİ MAGNETIC FIELD ANALYSIS OF HIGH VOLTAGE POWER LINES

Yıldırım ÖZÜPAK

Dicle Üniversitesi, Silvan Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Programı, Diyarbakır

ORCID: 0000 0001 8461 8702

ÖZET

Elektromanyetik alan, adından da anlaşılacağı gibi, elektrik alan ve manyetik alan olmak üzere iki bileşenden meydana gelmektedir. Bu çalışmada, yüksek gerilim güç sisteminde kullanılan bir iletim hattının hem normal koşullardaki hem de varsayımsal durumlardaki farklı zamanlardaki manyetik analizi ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Analiz edilen iletim hattı, 380 kV, 3-faz ve 50 Hz frekanstaki alternatif akım değerler göz önünde bulundurularak analiz edilmiştir. Her faz için kullanılan iletkenler 31,8 mm çapındaki iki iletkenle meydana gelmektedir. Ayrıca iletim direğinin tepesinde her biri 23,45 mm çapında iki topraklama kablosu ve koruma hattı bulunmaktadır. İncelenen kısım, kulenin merkezinden (X ekseninde) her taraf için 40 m ve yerden (Y ekseninde) 50 m yükseklik dikkate alınarak, iletkenlerin uzunluğuna dik bir alanı kapsamaktadır. Bu çalışmada, modelleme ve manyetik alan analizi ANSYS@Maxwell simülasyon aracı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Model üzerinde meydana gelen manyetik akı yoğunluğu ve manyetik alan şiddeti elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yüksek gerilim, Manyetik alan, ANSYS@Maxwell, İletim hattı.

327

ABSTRACT

The electromagnetic field, as its name suggests, consists of two components, namely electric field and magnetic field. In this study, the magnetic analysis of a transmission line used in a high voltage power system at different times in both normal and hypothetical conditions was performed separately. The analyzed transmission line has been analyzed considering the alternating current values at 380 kV, 3-phase and 50 Hz frequencies. The conductors used for each phase consist of two conductors with a diameter of 31.8 mm. In addition, there are two earthing cables and a protection line, each 23.45 mm in diameter, at the top of the transmission pole. The section under study covers an area perpendicular to the length of the conductors, taking into account the height of 40 m for each side from the center of the tower (on the X axis) and 50 m from the ground (on the Y axis). In this study, modeling and magnetic field analysis were carried out using ANSYS @ Maxwell simulation tool. The magnetic flux density and magnetic field strength on the model were obtained.

Keywords: High voltage, Magnetic field, ANSYS @ Maxwell, Transmission line.

1. GİRİŞ

Elektrik günümüzde enerjinin temel kaynağıdır. Elektrik olmadan birçok günlük faaliyet kesintiye uğrar. Elektriğin tüketicilere dağıtımını sorunsuz bir şekilde sağlamak için, ulusal şebeke ağını oluşturan, iletim ve dağıtım sistemlerinde kullanılan bir sistem bulunmaktadır. Ulusal şebeke, iletim

hattı kullanılan sistemdir. Bu sistemde yüksek gerilimin farklı seviyeleri koordine edilmektedir. İletim hatları veya güç hatları, güç ağının önemli bir parçasıdır.

İletim hattı, tüketicilerle elektrik üretimi arasındaki temel bağlantıyı sağlamaktadır. Elektrik enerjisi iletimi, elektrik enerjisinin bir elektrik santrali gibi bir üretim alanından bir elektrik trafo merkezine toplu hareketidir. Bu hareketi kolaylaştıran birbirine bağlı hatlar, iletim ağı olarak bilinir. Bu, yüksek gerilim trafo merkezleri ve müşteriler arasındaki yerel kablolamadan farklıdır ve tipik olarak elektrik güç dağıtımını olarak anılır. Birleşik iletim ve dağıtım ağı, elektrik şebekesi olarak bilinen elektrik dağıtımının bir parçasıdır. Verimli iletim, iletimden önce gerilimi artırarak ve uzak uçtaki bir trafo merkezinde düşürerek akımları azaltmayı içerir. AC güç iletimi bu amaç için transformatörler kullanılmaktadır.

Genel olarak, iletim hattında meydana gelen yaygın olaylar elektrik alanı ve manyetik alandır. Elektrik alanı gerilimle orantılıdır (Özupak Y, Mamiş, M. S. 2019). Gerilim seviyeleri yükselirse, elektrik alanı da hızla artar (Wojda R.P, Kazimierczuk, M.K 2013). Gerilim altındaki her iletim hattında elektrik alanı meydana gelir ve bu alan akım yokken bile var olmaktadır. Manyetik alan ise doğrudan akımla ilgilidir. İletim hattından akım aktığında indüklenen akım manyetik alanı oluşturur. Manyetik alanın her zaman çevre üzerinde etki bırakmaktadır. Bunun dışında bu alan insan sağlığına da etki etmektedir. Ancak, hem manyetik alan hem de elektrik alan alanın kaynağından uzaklaştıkça hızla azaltılabilir. Her iki alan da tamamen görünmez ve sessizdir. Bu nedenle, bu alanların meydana getirdiği risklerden kaçınmak ve alan dağılımlarını belirlemek için simülasyon çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmada, elektrik iletim hattında meydana gelen manyetik alan analizleri ele alınmıştır. Sistemin modellenmesi ve manyetik alan analizi ANSYS@Maxwell simülasyon aracı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Model üzerinde meydana gelen akı dağılımı ve manyetik alan şiddeti elde edilmiştir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

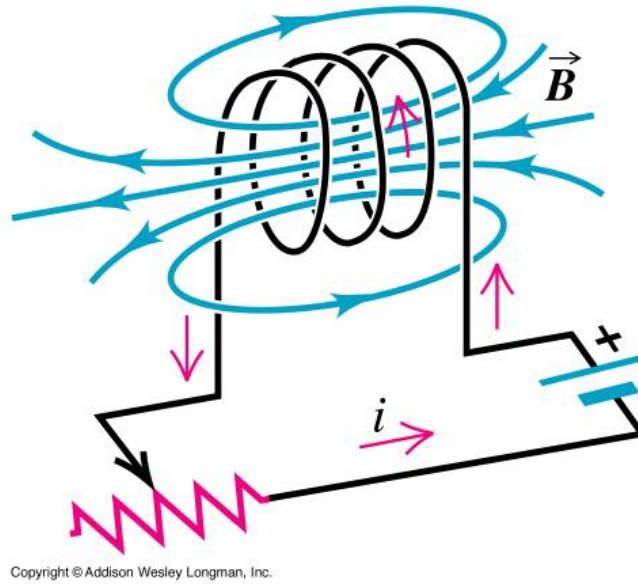
328

Manyetik alan, kapalı bir döngü veya yüzeydeki manyetik alanı aynı döngüde dolaşan elektrik akımıyla ilişkilendiren bir elektromanyetizma yasası olan Ampère Yasası ile ifade edilmektedir. Bu yasa sonsuz bir iletken ve dairesel bir yüzeyde akı hareketi ile elde edilir. Akım iletken üzerinde eşit olarak dağıtılırsa, akım yoğunluğu dikkate alınabilir:

$$\oint \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 i \quad (1)$$

Bu yasayı sonsuz bir iletkene ve dairesel bir yüzeye uygulayarak elde ederiz:

$$\oint \vec{B} d\vec{l} = \vec{B} \oint d\vec{l} = B2\pi r = \mu_0 i \quad (2)$$



Şekil 1. Ampere yasası

Akım iletken üzerinde eşit olarak dağıtılsa, akım yoğunluğunu dikkate alınarak akım şu şekilde yazılabilir:

$$i = \frac{A}{A_0} i_0 = \frac{\pi r^2}{\pi R^2} i_0 = \frac{r^2}{R^2} i_0 \quad (3)$$

Yukarıda verilen denklemler dikkate alınarak manyetik indüksiyon aşağıda (4)'te verildiği gibi ifade edilmektedir.

329

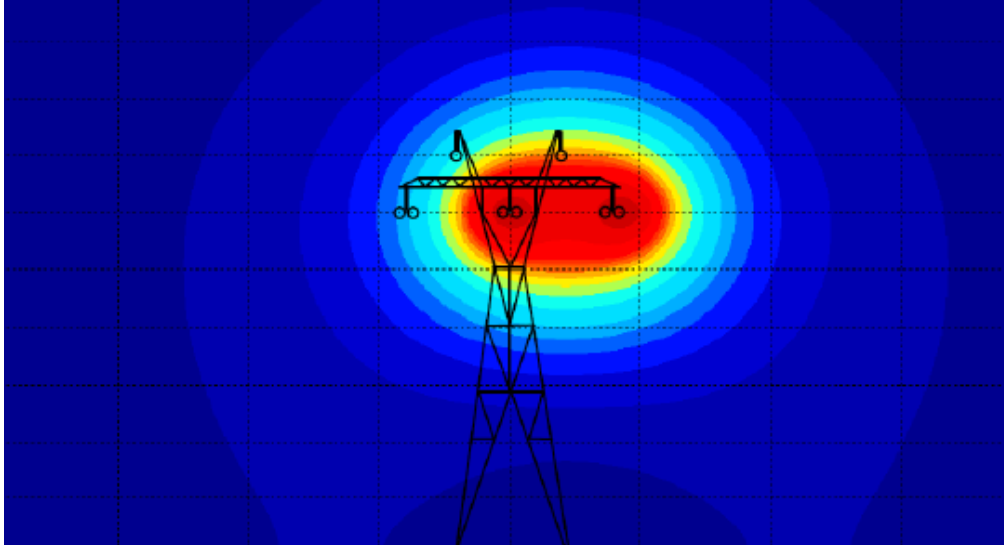
$$B = \begin{cases} \mu_0 \frac{i_0 r}{2\pi R^2}, & r < R \\ \mu_0 \frac{i_0}{2\pi r}, & r > R \end{cases} \quad (4)$$

Şimdi bazı faktörlere bakmalıyız:

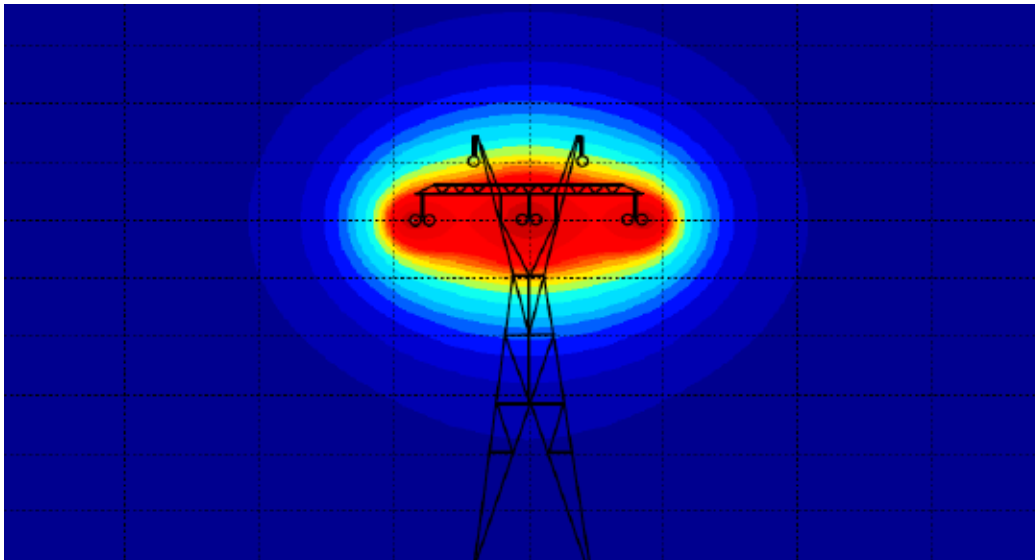
Faz iletkenleri üzerindeki akımın yönünün "görüntü" veya aynalı iletkenlerdeki yönün tersi olduğunu görülmüştür. Bu, denklemde matematiksel bir operatörle temsil edilmelidir ve koordinatlar karmaşık sayılar olduğundan, bu operatör sadece 'j' olabilir. Dikkat etmemiz gereken diğer faktör, 'r', 'R' yarıçapından daha büyük olduğunda gerçekleşir, çünkü 'r', analiz ettiğiniz nokta ile iletken arasındaki karmaşık bir sayı ile verilen mesafedir ve Denklemin paydasında kullanılması, vektörün yönünün değişeceği ve size yanlış bir sonuç vereceği anlamına gelir. Dikkate alınması gereken son faktör, hangi akımın kullanılacağıdır. Karmaşık ifadeyi kullanırsanız, her zaman en kötü durum senaryosunu gösterecek, değerini gerçekten değiştirmeyecektir. Bundan kaçınmak için matematiksel olarak anlık değerleri kullandığınızdan emin olmanız gerekir; bu, akımın her iki bileşenini değil, her bir tel için akımın yalnızca gerçek kısmını veya yalnızca hayali kısmını kullanmanız gerektiği anlamına gelir.

3. BULGU VE TARTIŞMALAR

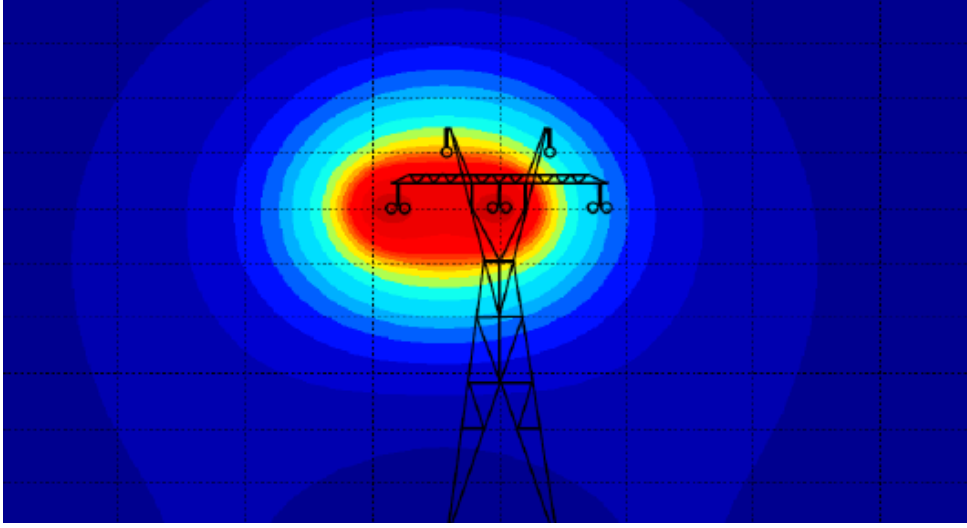
Frekans (f) 50Hz ve periyot (T) 20ms olduğundan, her biri $T/12$ ms aralığında olmak üzere, 6 zaman anı analiz edilmiştir. Sadece 6'yı analiz edilmiştir. Çünkü onlardan sonra değerler tekrar etmeye başlayacak, gerilim ve akım zıt değerlere sahip olsalar bile mutlak değerlerde aynı olacaklar. Avrupa Komisyonu, her ikisi de grafiklerde kırmızıyla gösterilen 50Hz frekans için $100\mu T$ 'de manyetik indüksiyon ve $5kV / m$ 'de elektrik alanı sınırlarını belirleyen maruziyet için bir tavsiye yayınlamıştır. Şimdi, her şeyin normal ve herhangi bir anormallik olmadan çalıştığını göz önünde bulundurarak, her an için elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Şekil 2-7'de her faz ve her durum için elektrik alan analizleri sunulmuştur.



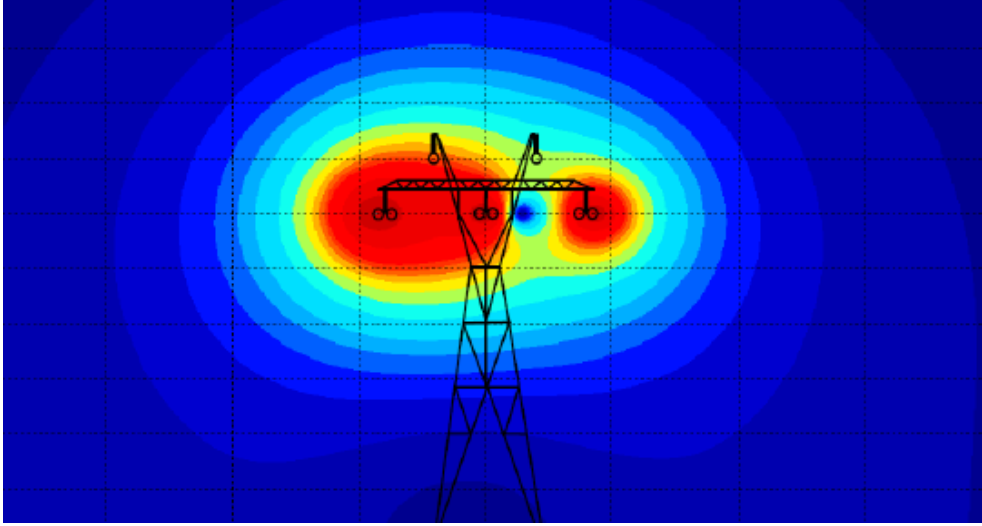
Şekil 2. Birinci uygulama manyetik alan analizi



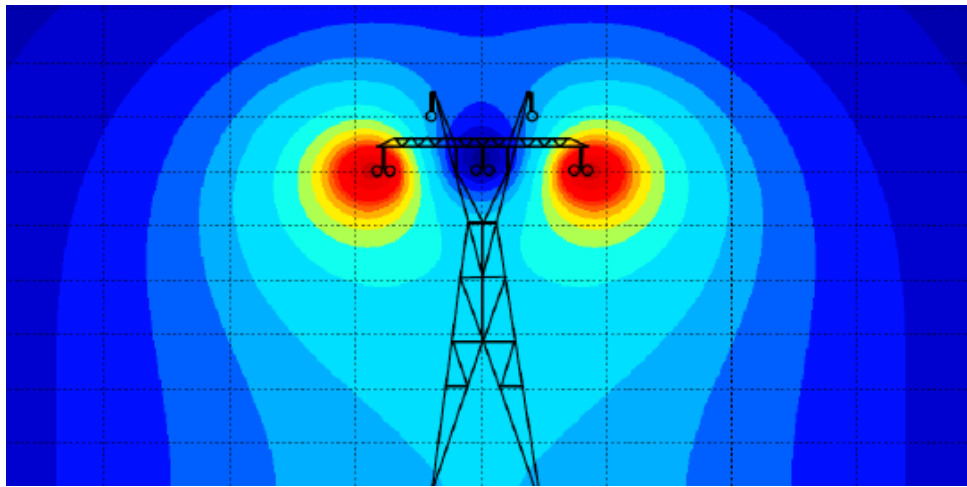
Şekil 3. İkinci uygulama manyetik alan analizi



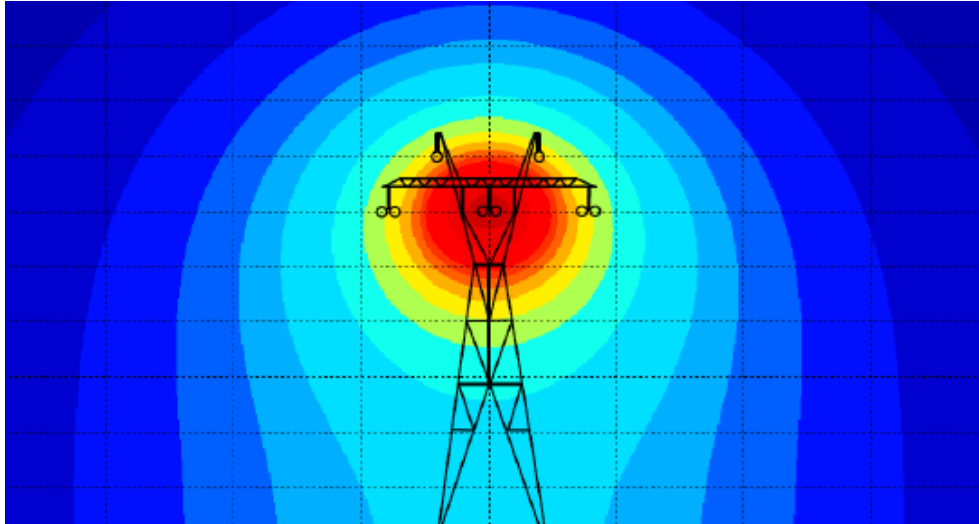
Şekil 4. Üçüncü uygulama manyetik alan analizi



Şekil 5. Dördüncü uygulama manyetik alan analizi



Şekil 6. Beşinci uygulama manyetik alan analizi



Şekil 7. Altıncı uygulama manyetik alan analizi

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Manyetik alanın her zaman çevre üzerinde etki bırakmaktadır. Bunun dışında bu alan insan sağlığına da etki etmektedir. Ancak, hem manyetik alan hem de elektrik alan alanın kaynağından uzaklaştıkça hızla azaltılabilir. Her iki alan da tamamen görünmez ve sessizdir. Bu nedenle, bu alanların meydana getirdiği risklerden kaçınmak ve alan dağılımlarını belirlemek için simülasyon çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmada, elektrik iletim hattında meydana gelen manyetik alan analizleri ele alınmıştır. Gözlemleyebileceğimiz anormal durumlar elektromanyetik alan üzerinde normal çalışma koşullarına göre daha özel etkilere neden olmuştur. Ayrıca zemin seviyesinde daha yüksek manyetik alan değerleri üretildiği görülmüştür. Elektrik direğinde ve iletim hattında meydana gelen manyetik alan dağılımlarının nasıl olduğu görülmüştür.

332

TEŞEKKÜR

Bu çalışma İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FBA-2017-639. Katkılarından dolayı teşekkürler.

KAYNAKÇA

R.K.Z. Sahbudin, S.A Fauzi, S. Hitam and M.Mokhtar. "Investigation of Electrical Potential and Electromagnetic Field for Overhead High Voltage Power Lines in Malaysia", Journal of Applied Sciences 10 (22): 2862-2868, 2010, ISSN 1812-5654.

Özüpak Y and MAMIS M. S 2019 Realization of electromagnetic flux and thermal analyses of transformers by finite element method. IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, 14(10), 1478-1484. Doi: 10.1002/tee.22966.

Özüpak Y MAMIS M. S TEKE İ. H 2019 Electromagnetic Field and Total Loss Analysis of Transformers by Finite Element Method. International Journal of Engineering And Computer Science, 8(1), 24451-24460. (Yayın No: 5774086)

Ch. Chengaiah, R. V. s. Satyanarayan (2012). "Power Flow Assesment inTransmission Lines Using SimulinkModel with UPFC"International Conference on Computing,Electronics and Electrical Technologies [ICCEET].

ANSYS user guide. 2020.