
DIELEKTRİK ANİZOTROPI VE KESİT GEREKÇESİ: MANYETİK OLARAK NÖTR AH^AP KABLO DESTEKLERİNDE KAPASİTİF YÜK YOLUNUN YÖNELİMİ

Dielektrik Anizotropi ve Ba_Kesit Gerekçesi: Manyetik Olarak Desteklerinde Kapasitif Yük Yolunun Yönelimi

A. Bosque, Y. Tanaka, M. Ferro, H. Park

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

Özet

Ah_ap bir kablo desteği, sinyal iletkeninin yakını alanında tutulan dielektrik bir gövdedir; dolayısıyla 1t1lm1_ ve yönelime bağımlı bir kapasitans biçimindedir. Kereste nötrlük derecelendirmesinin (Tanaka, 2026), lif yönelimi bir tasarım değeri olarak belirlenmişi ve tek bölümde belirtilen ba_kesit-dikey ileme benimsenmiştir. Bu tamamlayıcı makale o savı bütünüyle geliştirmekte; hem bağımlı dielektrik geçirgenlik ϵ_{ps_r} hem kayıp tanjantı $\tan \delta$ lif boyunca life çapraz yönde hücre geometrisi ve polarizasyona egemen bağımlı su dipolları lifle hizalı oldu undan, lif boyunca ϵ_{ps_r} ve $\tan \delta$ de erlerinin üç anatomik eksen (boyuna L, radyal R, te etsel T) boyunca, yüz MHz aralığında korumalı paralel plaka empedans analizörüyle yapılan ölçümlerini bildiriyor; ses 1.31 de erinde $\epsilon_{ps_L} / \epsilon_{ps_T}$ anizotropi oranını do ruluyoruz. Bu sabitlerden, ilemişi bir yuv kablonun da 1t1lm1_ kapasitans modelini oluşturuyor ve ba_kesit-dikey ile yüz-lif ilemeleri için hesaplıyoruz: iki yönelim ölçülebilir bir fark gösterir; ba_kesit, düşük geçirgenlikli enine eksen düzleme yerleştirip yüksek geçirgenlikli boyuna eksenini elektriksel olarak zararsız ve mekanik olarak ayırdından kabloya referanslı daha düşük kapasitans sunar. Lif açısı taraması, bağımlı 1m1n bulur. Ba_kesitin bağımlıta basma rijitliği için belirtildi ini ve bağımsız olarak, daha sonra do rulayacak ölçüde uyuştu unu belirterek bitiriyoruz.

1. GİRİŞ

Kablo desteği sinyali taşımaz. Yanında durur. Elektriksel rolünün kolayca göz ardı edilmemesi için kablonun altındaki ah_ap blok açıkça devrenin içinde de ildir; bileşiminin, lifinin ve yönelim konusunu sonuçuna varmak çekicidir. Ana nötrlük derecelendirme makalesi (Bosque, 2026), manyetik yarısalın -- iletkenle sürekli temas eden desteğin, o iletkenin yakını alan ortamda paramanyetik içeriğinin dekoratif bir ayrıntı de il, tesisatın ölçülebilir girdisi oldu unu -- bölümde ele aldı. Bu makale, o bölümün fiziğinin hak ettiği uzunluğa ve geni letilimi hâlidir.

Bloğun kablonun içinde de il yanında durdu u elektriksel gerçeği, onu devreden çıkarmaz; alanındaki dielektrik gövde enerjiyi kapasitif olarak depolar ve iletim hattına paralel dağılır; büyüklüğü gövdenin geçirgenliğine ve bu geçirgenliğin alana göre nasıl yönlendirildiğidir. Dielektrik de ildir. Geçirgenliği yöne bağımlıdır; dolayısıyla ah_ap desteğinin tek bir de il, taşıyıcı seçilebilen üç dielektrik katkısı vardır.

Bu makalenin iddiası dar ve niceldir. Equatorial Elevation Block için belirtilen ba_kesit-halkaları, yük yolu boyunca dikey uzanan lifler -- bloğun kabloya referanslı kapasitansının düşük de erin varsayımına de il ölçülebilir oldu u ve mekanik gerekçelerle zaten seçilmiş oldu unu iddia etmiyoruz. Oğretinin, büyüklüğünün ve tercih edilen yönünün bulundu unu; yönde ileleyen bir üreticinin, varlığı bilmediği şeyi yanlış yöne kaydırması iddiasıdır.

2. AH^ABIN DIELEKTRİK ANİZOTROPİSİ

Ah_ap; uzun, içi boş, eksenel olarak hizalı hücrelerden -- yumuşak ağırlıklı trakeitlerden -- oluşmuş hücresel bir katıdır; bu hücrelerin uzun eksenini lifi tanımlar. Bu geometri, her anizotropinin kökenidir ve daha az bilinmesine karşın aynı ölçüde gerçek ve uzun zaman kökenidir (James, 1975; Torgovnikov, 1993).

Üç mekanizma geçirgenliği yöne bağımlı kılar ve üçü de boyuna eksenini destekler. Birincisi, kesintisiz, life çapraz yönde ise kesintili kutuplanabilir yollar oluşturur; böylece çok sayı (Maxwell-Wagner) polarizasyon tercihen lif boyunca birikir. İkincisi, hücre duvarlarında tanımlı 1n1da ah_ap geçirgenliğine en büyük katkıyı yapan öge -- hidroksil bölgeleri ile mikrofibriller bulunur; dolayısıyla bağımlı su dipollarının yönelim polarizasyonu lif boyunca, life çapraz yöne enine yön olan radyal R ile te etsel T birbirinden yalnızca biraz farklıdır ve ikisi de boyuna eksenine paraleldir. Literatür genelinde tutarlı sonuç, kayıp tanjantında da aynı olan $\epsilon_{ps_L} > \epsilon_{ps_R} \sim \epsilon_{ps_T}$ 1.11man ile tropikal sert ağaçlarda tipik olarak 1.2 ila 1.5 aralığında bulunan $\epsilon_{ps_L} / \epsilon_{ps_T}$

Mutlak de erler düşüktür ve nem egemendir. Etüvde kurutulmuş ah_ap $\epsilon_{ps_r} = 2$ ila 3 yakındır.

hızla ve tekdüze yükselir, çünkü ba l1 sudaki her art1_ kutuplanabilir envantere dipoller katkıları üzerinde türün de il nem içeri inin en büyük kaldıraç olmasının nedenidir ve Böl açışından temel nokta sayısal de il yapısaldır: en yüksek geçirgenli in yönü lifin yönü belirler.

3. ÖLÇÜM: ÜÇ EKSEN BOYUNCA GEÇİRGENLİK VE KAYIP

Ölçümü ve üç anatomik eksenin her biri boyunca kesilmi tik kuponlarında ϵ_r ve $\tan \delta$ hücrelerinin uyguladığı alan sırayla numune içinden boyuna, radyal ve te ettsel yönde geçtikleri kalınlıkta ölçüldü; yüzleri +/- 10 mikrometre içinde düz ve paralel i lendi ve manyetik kirlenme karıştırmaması için ana protokol kapsamında seçilen, 5N dereceli üç ekvatorial taslakta odalarında yüzde 8, 12 ve 16 olmak üzere üç nem içeri inde dengeye ko ullandırıldı ve kütleye karşı gravimetrik olarak do rulandı.

Hücre, daha önce açıklanan türde (Tanaka ve Park, 2022) korumalı bir paralel plaka fiks Keysight E4990A empedans analizörüyle sürüldü. Koruma halkası saçaklanmayla bastırılır; elektrot alanına karışık gelir ve çikarılan geçirgenlik kenar kirlenmeli bir tahmin de il, tanjantı do rudan fikstürün yitim etmeni olarak okunur. Temas, kendi polarizasyonunu ekli i lenmi yüzlerin kalınlık yüzey pürüzlülü ünü karıştırmak üzere ince iletken elastomer ar

Yüzde 12 nem içeri inde ve 1 kHz'de tik $\epsilon_L = 2.64$, $\epsilon_R = 2.09$ ve $\epsilon_T = 2.02$ de e oranı 1.31, ϵ_L / ϵ_R ise 1.26 oldu; iki enine eksen beklendi i üzere yüzde 4 içinde izledi: $\tan \delta$ lif boyunca 0.021, lif çapraz yönde 0.014 ile 0.015 oldu. 20 Hz ile 20 kHz yüzde 3 içinde düzdü ve anizotropi oranı 1.24 ile 1.31 arasında kaldı. Nem içeri ini yüzde ta dı -- ϵ_L 3.08'e ula tı -- ve özellikle anizotropiyi biraz geni letti, çünkü eklenen kutuplanır. Yüzde 8'e kadar kurutma hem mutlak de erleri hem oranı sıkı tırdı. Dolayısıyla i mezi de il, nemle modüle edilen bir de i kendir; en az önem ta dı 1 yerde (1slakke zayıftır; yüzde 12 +/- 1 teslimat _artnamesinde rahatça çözümlenir ve kararlıdır.

4. YUVA, KABLO VE SÜTUNUN DA ITILMI KAPASİTANS M

Üç geçirgenlik i tasarımı kararına dönüştürmek için ba la m geometrisine ihtiyacımız var durmaz; üst yüze i lenen s1 ve yarıçaplı bir oluk olan yuvada durur; böylece kablo kılıfı kılıf duvarı kalınlık ıyla ayrılır. Do rudan bu yayının altındaki ahap -- yuva tabanından dikey sütun -- iletken ile uzaktaki herhangi bir toprak dönüşü arasındaki alanın en güçlü büyük ço unlu unun depolandığı yerdir. Daha dı arındaki ve daha a a daki ahapın katkıları hızla dü er.

Bunu, ahapın geçirgenlik tensörünü eksen eksen ekleyip yuva altındaki ve çevresindeki tümle tirerek hat uzunlu u ba na da tıtlım kapasitans olarak modelliyoruz. Yapı, aniz alan bile eni dikey eksen geçirgenlik ini, yatay bile enler yatay eksen geçirgenliklerini örne dikeye yakın bölgede yo unla tılırken kapasitans kapatan dönüş yolları sütunun yanları ile riledi inden yatay geçirgenlikler depolanan enerjinin daha büyük payını ta ır. Modelin ilgi de eridir: geçirgenlik tensörünün nasıl yönlendirildi ine ba lı olarak blo un kabloya e kapasitans.

Pratik açıdan iki yönelim önem ta ır. Ba -kesit-dikey i leme, boyuna eksen L'yi yük yolu enine eksen R ile T'yi yatay düzlemde bırakır. Yüz-lif (te et kesim, lifler yatay) i leme ise bile enlerince örneklendi i yatay düzleme yatırılır ve enine eksenlerden birini dikey konum mm kablo çapı, 3 mm yarıçaplı yuva, 60 mm blok yüksekli i, _ası mesafesinde nominal to de erlerini modele vermek, ba -kesit yönelimi için blok ba na yakla ık 1.9 pF, yüz-lif yö sonucu verir -- yalnızca kesim açışından kaynaklanan, yüzde 18 dolayında yakla ık 0.4 Ayrılca gerçek, tekrarlanabilir, tek i aretli ve bedavadır: üreticiye yalnızca tasla 1 do ru hat boyunca kullanılan birkaç blokta birikir.

5. LİF AÇISI TARAMASI VE NEM DUYARLILI I

Adlandırılan iki yönelim bir süreklili in uç noktalarıdır ve ba kesitin yalnızca iki keyfi minimum oldu unu do rulamak gerekir. Yük eksenine göre 0 deg (lif dikey, gerçek ba kes 0 deg (lif yatay, yüz lif) de erine uzanan lif açılarında bir kupon serisi i ledik ve her birin bulunan yuva modeli geometrisinde ölçtük. Kabloya referanslı kapasitans, yüksek geçirgen dönerken tensör modelinin öngördü ü kosinüs-kare a rlı ın yakından izleyerek 0 deg de deg de erindeki yüz-lif maksimumuna kadar lif açısıyla tekdüze yükseldi. E ri 0 deg yakla

hataşının maliyeti neredeyse yoktur -- ve taramanın ortasında en diktir; dolayısıyla gen kusurlu ancak iyi niyetli bir kesimin cezasından büyüktür. Minimum gerçek ba_ kesittir

Nem içeri i, minimumun konumunu de i_tirmeden bütün e riye dikey olarak kaydırır. Geçir nemi yüzde 12'den 16'ya sürüklenen bir blok mutlak olarak, sabit nemdeki ba_-kesit-yüz-l ekler -- nem kaldıracı yönelim kaldıracından büyüktür. Ancak ikisi ba_1ms1zdır: ah_ab1 yönelimin en dü_ük oldu unu de i_tirmez. Dolayısıyla yönelim ile ko_ullandırma birbirin uygulanmalıdır. Derecelendirilen her tasla 1 kayna ında yüzde 12 +/- 1 düzeyine kadar f programındaki yıllık nem denetiminin ölçümü_ dayana 1 budur: yönelim kalıcı olarak i_ ölçekleyen nem sürüklenebilir; nemli bir odayla dengeye bırakılan destek, i_leme tezgâhı teslim eder.

Bölüm 3'te ölçülen enine eksen uyumunun, yatay düzlemde radyal ya da te etsel sunum ar önemsiz kıld ın1 geçerken belirtiyoruz; lifler dikey kald 1 sürece blok, dielektrik sonu görünü_ü için dikey eksen etrafında döndürülerek konumlandırılabilir.

6. TARTI^MA: OKI SAV, TEK YÖNELİM

Ba_-kesit yönelimi dielektrik davranı_ı için benimsenmedi. Ba_ kesit, ah_ab1 basma altı oldu undan benimsendi: lifler dikey durdu unda a_a 1 yönlü yük borumsu hücreler boyunca kablo hattının statik a ırl ına ve tesisatın oturmasına en az sünme ve en az boyutsal c mühendisli inin eski ve tartı_masız bir bilgisidir ve herhangi bir geçirgenlik ölçülmeden

Burada bildirilen dielektrik ölçümler daha sonra yapıldı ve ilke olarak mekanik tercihle u geçirgenlikli eksen olabilirdi; bu durumda onu dikey yerle_tirmek mekanik olarak do ru, e gerekecekti. Uyu_mazlık olmadı. Lif boyu eksen yüksek geçirgenlikli eksendir; dolayısıyla modelinin tam olarak istedi i biçimde, kablo alanının en güçlü oldu u yatay düzlemde ç 1 ba_1msız biçimde, dielektrik açıdan en sessiz yönelimdir. Oki sav farklı fiziklerden, fark ki_ilerce olu_turuldu ve aynı kesimi seçti.

Bu uyu_maya mistik bir a ırlık yüklemiyoruz; anizotropik malzemelerin rijit eksen ile yük çünkü iki özellik de aynı hizalı mikro yapıdan kaynaklanır ve tik böyle bir malzemedir. A mekanik savı izleyen üretici ba_ kesite ula_ır ve amaçlamadan kapasitif ba_ıa_1mı da en mekanik savı geçersiz kılan üretici, iki hesapta da aynı anda kaybeder. Yakınsama, hay çok _artnameye güvenmek için bir nedendir: iki ba_1msız akı yürütme çizgisi aynı sayıd olası 1 1 artar.

7. SONUÇ

Ah_ap dielektrik olarak anizotropik bir gövdedir ve ah_ap kablo deste i, iletkenin yakı n a katkı s 1, üreticinin bilerek ya da bilmeden i_leme tezgâhında büyüklü ünü belirledi i küçü Ekvatorial tiki üç eksenli geçirgenli ini ve kaybın 1 ölçtük, teslimat nem içeri inde 1.3 ya eps_L > eps_R ~ eps_T sıralamasının do ruladık ve bu sabitleri bir yuva-ve-sütun kapasit yüz-ölç i_leme arasında ölçülebilir biçimde de i_en bir ba_arım ölçütüne -- blok ba_ına p geometride yakla_ık 0.4 pF ve yüzde 18 farkla ikisinin daha dü_ük olanıdır; lif açısı tar do rular.

Pay blok ba_ına küçüktür ve onu abartmay ı reddediyoruz. Yalnızca gerçek oldu unu, terc edilen yönün mekanik gerekçelerle zaten belirtilmi_ yön oldu unu ileri sürüyoruz. Equator çünkü ba_ kesit basma yükünü ta_ımanın en rijit yoludur; burada bildirilen dielektrik ana kesimin dielektrik olarak da en sessiz oldu unu do rulamı_tır. Her blok ba_ kesiti yukarı kadar fırlı nda kurutulmu_ ve bitirilmemi_ olarak, derecesi ve ölçülen sabitleri sertifikası herhangi bir ah_ap destek üreticisine liflerinin hangi yönde uzandı ın 1 ve nedenini sorma

KAYNAKÇA

- [1] James, W. L. (1975). Ah_ap ve Sert Lif Levhanın Dielektrik Özellikleri: Sıcaklık, Frekans, Nem Oçeri i Service Research Paper FPL-245, Forest Products Laboratory, Madison.
- [2] Torgovnikov, G. I. (1993). Ah_ap ve Ah_ap Esaslı Malzemelerin Dielektrik Özellikleri. Springer-Verlag,
- [3] Skaar, C. (1988). Ah_ap-Su Oli_kileri. Springer Series in Wood Science, Springer-Verlag, Berlin.
- [4] Norimoto, M. (1976). Ah_abın dielektrik özellikleri. Wood Research: Bulletin of the Wood Research Insti
- [5] Bosque, A., Ferro, M., Park, H., Tanaka, Y. (2026). Yapısal kerestenin manyetik nötrlük derecelendirme saflık sınıflandırması. Journal of Equatorial Audio Science, 7(2), 44-71.

- [6] Tanaka, Y., Park, H. (2022). Anizotropik dü_ük kayıplı katıların korumalı paralel plaka geçirgenlik ölç 12-29.