ডাইইলকেট্রকি অ্যানসিোট্রপি ও এন্ড-গ্রইেনরে পক্ষে যুক্তি: চৌম্বকীয়ভাবে নরিপক্ষে কাঠরে কবেল সাপোর্টে ক্যাপাসটিভি লোড পথরে অভমিুখ

ডাইইলকেট্রকি অ্যানসিোট্রপি ও এন্ড-গ্রইেনরে পকষ্ে যুক্তি: চৌম্বকীয়ভাবে নরিপকেষ্ কাঠরে কবেল সাপোর্টে ক্যাপাসটিভি লোড পথরে অভমিুখ

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.

সারসংক্ষপে

কাঠরে কবেল সাপোর্ট হলো সগিন্যাল পরবিাহীর নকিট-ক্ষত্রে রাখা ডাইইলকেট্রকি বস্তু; তাই ইনস্টলশেনে তার অবদান কবেলরে সমান্তরালে বতিরণকৃত ও অভমিুখ-নর্িভর ক্যাপাসটি্যান্স। কাঠরে নরিপকেষ্তা গ্রডেয়িংরে প্রধান আলোচনায় (Bosque, Ferro, Park and Tanaka, 2026) তন্তুর অভমিুখকে নকশা চলক হসিবেে শনাক্ত করা হয় এবং একটি অংশে উল্লখিতি সম্মলিতি যান্ত্রকি ও ডাইইলকেট্রকি যুক্ততিে এন্ড-গ্রইেন-উল্লম্ব মলিংি গ্রহণ করা হয়। এই সহচর প্রবন্ধ সইে যুক্তি পূর্ণভাবে বকিশতি করে। কাঠ ডাইইলকেট্রকিভাবে অ্যানসিোট্রপকি: আপকেষ্কি পারমটিভিটিি eps_r ও লস ট্যানজন্টে tan delta উভয়ই তন্তুর আড়াআড়ি চয়েে তন্তু বরাবর বশেি; বরাবর-তন্তু অক্ষ 2টি আড়াআড়ি অক্ষকে ছাড়য়িে যায়, কারণ টউিবুলার ট্রাকডি ও ভসেলে কোষরে জ্যামতিি এবং পোলারাইজশেনে প্রধান আবদ্ধ-জলরে ডাইপোল তন্তুর সঙ্গে সারবিদ্ধ। 20 Hz থকেে 10 MHz পর্যন্ত 8, 12 ও 16 percent আর্দ্রতায় 3টি শারীরস্থানকি অক্ষ (দর্ৈঘ্যকি L, রডেয়িাল R, ট্যানজনেশিয়াল T) বরাবর বষিুবীয় সগেুনরে eps_r ও tan delta-এর গারডডে সমান্তরাল-প্লটে ইম্পড্যিান্স-অ্যানালাইজার পরমিাপ প্রকাশ করি; অডওি কম্পাঙ্ক ও 12 percent আর্দ্রতায় eps_L / eps_T অ্যানসিোট্রপি অনুপাত 1.24 থকেে 1.31 নশি্চতি হয়। এই ধ্রুবক থকেে মলি করা ক্রডেলে কাঠরে স্তম্ভরে ওপর থাকা কবেলরে বতিরণকৃত-ক্যাপাসটি্যান্স মডলে বানয়িে এন্ড-গ্রইেন-উল্লম্ব বনাম ফসে-গ্রইেন মলিংিয়ে প্রতি-ব্লক ক্যাপাসটিভি অবদান গণনা করি: 2টি অভমিুখে পরমিাপযোগ্য ব্যবধান; এন্ড-গ্রইেনে কবেল-নর্িদশেতি ক্যাপাসটি্যান্স কম, কারণ এটি নম্নি-পারমটিভিটিরি আড়াআড়ি অক্ষ অনুভূমকি তলে রাখে যখোনে কবেলরে ক্ষত্রে সবচয়েে শক্তশিালী, আর উচ্চ-পারমটিভিটিরি দর্ৈঘ্যকি অক্ষ উল্লম্ব ভারপথে সংরক্ষণ করে, যখোনে তা বদ্যৈুতকিভাবে নরীহ ও যান্ত্রকিভাবে আদর্শ। তন্তু-কোণরে সুইপ প্রকৃত এন্ড-গ্রইেনে কোপলংিয়রে সর্বনম্নি মান খুঁজে পায়। শষেে উল্লখে করি, এন্ড-গ্রইেন প্রথমে সংকোচন দৃঢ়তার জন্য নর্িদষ্টি হয়ছেলি; পরে স্বাধীনভাবে পাওয়া ডাইইলকেট্রকি যুক্তি যান্ত্রকিটরি সঙ্গে এতটাই একমত যে তাকে নশি্চতি করে।

1. ভূমকিা

কবেল সাপোর্ট সগিন্যাল বহন করে না। এটি সগিন্যালরে পাশে থাকে। ঠকি এই কারণইে তার বদ্যৈুতকি ভূমকিা এত সহজে উড়য়িে দওেয়া হয়: কবেলরে নচিে কাঠরে ব্লক স্পষ্টতই সার্কটিরে মধ্যে নইে, তাই তার গঠন, তন্তু ও অভমিুখ প্রকৌশলীর বদলে ক্যাবনিটে নর্িমাতার বষিয়--এমন সদ্ধিান্ত আকর্ষণীয়। প্রধান নরিপকেষ্তা-গ্রডেয়িং প্রবন্ধ (Bosque, Ferro, Park and Tanaka, 2026) যুক্তটিরি চৌম্বকীয় অর্ধকে দখেয়িছেলি--পরবিাহীর সঙ্গে অবচ্ছন্নি সংস্পর্শে থাকা সাপোর্ট সইে পরবিাহীর নকিট-ক্ষত্রে পরবিশেরে অংশ, এবং তার অবশষ্টি প্যারাম্যাগনটেকি উপাদান ইনস্টলশেনরে পরমিাপযোগ্য ইনপুট, অলংকার নয়। ডাইইলকেট্রকি অর্ধকেটি এক অংশে নষ্পিত্তি করা হয়ছেলি। এই প্রবন্ধ সইে অংশ, পদার্থবজি্ঞানরে প্রাপ্য দর্ৈঘ্যে বস্তি্ত।

ব্লকটি কবেলরে ভতেরে নয়, পাশে থাকে--এই বদ্যৈুতকি সত্য তাকে সার্কটি থকেে সরায় না; কাপলংিয়রে ধরন নর্িধারণ করে। পরবিাহীর ক্ষত্রেে থাকা ডাইইলকেট্রকি বস্তু ক্যাপাসটিভিভাবে শক্তি সঞ্চয় করে; ট্রান্সমশিন লাইনরে সমান্তরালে বতিরণকৃত ক্যাপাসটি্যান্স ক্ষুদ্র কন্তিু বাস্তব লোড, যার মাত্রা বস্তুর পারমটিভিটিি ও ক্ষত্রেরে তুলনায় সইে পারমটিভিটিরি অভমিুখরে ওপর নর্িভর করে। কাঠ আইসোট্রপকি ডাইইলকেট্রকি নয়। দকিভদেে তার পারমটিভিটিি বদলায়, তাই কাঠরে সাপোর্টরে ডাইইলকেট্রকি অবদান 1টি নয়, 3টি; বলিটে যে কোণে কাটা হয় তার মাধ্যমে মলিংি বঞ্চেইে তা নর্িাচনযোগ্য।

এই প্রবন্ধরে দাবি সংকীর্ণ ও পরমিাণগত। Equatorial Elevation Block-এর জন্য নর্িদষ্টি এন্ড-গ্রইেন-উল্লম্ব অভমিুখ--ওপররে পৃষ্ঠে বৃদ্ধবিলয়, ভারপথ বরাবর তন্তু উল্লম্ব--ব্লকরে কবেল-নর্িদশেতি ক্যাপাসটি্যান্স সর্বনম্নি করে; সর্বনম্নিটি কাল্পনকি নয়, পরমিাপযোগ্য; এবং যান্ত্রকি কারণে ইতমিধ্যে বছেে নওেয়া অভমিুখরে সঙ্গইে মলেে। আমরা প্রভাবটি বড় বলছি না। বলছি এর চহ্নি, মাত্রা ও পছন্দরে দকি আছে, এবং সুন্দর ফসে-গ্রইেনরে জন্য ব্লক অন্যভাবে মলি করা নর্িমাতা সংখ্যাটকিে ভুল দকিে সরয়িছেনে--সংখ্যাটি আছে তা না জনেইে।

2. কাঠরে ডাইইলকেট্রকি অ্যানসিোট্রপি

কাঠ দীর্ঘ, ফাঁপা, অক্ষীয়ভাবে সারবিদ্ধ কোষে নর্িমতি সলেুলার কঠনি পদার্থ--সফটউডে ট্রাকডি, সগেুনরে মতো হার্ডউডে তন্তু ও ভসেলে--যাদরে দীর্ঘ অক্ষ গ্রইেন নর্িধারণ করে। এই জ্যামতিইি প্রতটিি কাঠশলি্পীর জানা যান্ত্রকি অ্যানসিোট্রপরি উৎস, এবং কম পরচিতি কন্তিু সমান বাস্তব ও বহু আগে নথবিদ্ধ ডাইইলকেট্রকি অ্যানসিোট্রপরিও উৎস (James, 1975; Torgovnikov, 1993)।

3টি প্রক্রয়িা পারমটিভিটিকিে দকি-নর্িভর করে এবং 3টইি দর্ৈঘ্যকি অক্ষরে পক্ষ। প্রথমত, কোষপ্রাচীর তন্তু বরাবর অবচ্ছন্নি পোলারাইজযোগ্য পথ ও আড়াআড়ি বচ্ছিন্নি পথ গঠন করে; ফলে অসংখ্য প্রাচীর-লুমনে সীমানায় ইন্টারফসেয়িাল (Maxwell-Wagner) পোলারাইজশেন তন্তু বরাবর অগ্রাধকিার দয়িে জমে। দ্বতিীয়ত, কোষপ্রাচীরে আবদ্ধ জল--অত্যন্ত শুষ্ক অবস্থা বাদে কাঠরে পারমটিভিটিরি প্রধান অবদানকারী--এমন পরবিশেে থাকে যার হাইড্রক্সলি সাইট ও মাইক্রো-ফাইব্রলিার কাঠামো নজিরেই তন্তুর সঙ্গে সারবিদ্ধ; ফলে আবদ্ধ-জলরে ডাইপোলরে অভমিুখী পোলারাইজশেন আড়াআড়রি চয়েে তন্তু বরাবর সহজ। তৃতীয়ত, রডেয়িাল R ও ট্যানজনেশিয়াল T--2টি আড়াআড়ি দকিরে নজিদেরে মধ্যে পার্থক্য সামান্য, এবং উভয়ই দর্ৈঘ্যকি মান L-এর অনকে নচিে। সাহত্যিে ধারাবাহকি ফলাফল তাই eps_L > eps_R ~ eps_T ক্রম, লস ট্যানজন্টেওে একই ক্রম, এবং শোষণীয় আর্দ্রতার সীমায় নাতশীতোষ্ণ ও উষ্ণমণ্ডলীয় হার্ডউডে সাধারণত 1.2 থকেে 1.5 eps_L / eps_T অ্যানসিোট্রপি অনুপাত।

পরম মান মাঝারি এবং আর্দ্রতা-প্রধান। ওভনে-শুষ্ক কাঠ eps_r = 2 থকেে 3-এর কাছে থাকে; আর্দ্রতা বাড়লে দ্রুত ও একমুখীভাবে বাড়ে, কারণ আবদ্ধ জলরে প্রতটিি বৃদ্ধি পোলারাইজযোগ্য মজুতে ডাইপোল যোগ করে। এই খাড়াইয়রে কারণইে সাপোর্টরে ডাইইলকেট্রকি অবদানে প্রজাতি নয়, আর্দ্রতাই সবচয়েে বড় নয়িামক; Section 5-এ তা আলোচতি। অ্যানসিোট্রপরি যুক্তরি জন্য অপরহিার্য বষিয় সংখ্যাগত নয়, কাঠামোগত: সর্বোচ্চ পারমটিভিটিরি দকি তন্তুর দকি, এবং সইে দকি গাছ নয়, কাঠশলি্পী নর্িধারণ করনে।

3. পরমিাপ: 3 অক্ষ বরাবর পারমটিভিটি ও ক্ষতি

3টি শারীরস্থানকি অক্ষরে প্রতটিি বিরাবর কাটা মলি-করা সগেনু কুপনে eps_r ও tan delta মপেছে, যাতে সমান্তরাল-প্লটে সলেরে প্রয়োগ করা ক্ষত্রে পালাক্রমে নমুনার মধ্য দয়িে দরৈ্ঘ্যকি, রডেয়িাল ও ট্যানজনেশয়িাল দকিে চলে। কুপন ছলি 40 mm বর্গ ও 3.0 mm পুরু, পৃষ্ঠ +/- 10 micrometres-এর মধ্যে সমতল ও সমান্তরাল; প্রধান প্রোটোকলে নর্িবাচতি 3টি 5N-গ্রডেকৃত বষিুবীয় বলিটে থকেে কাটা, যাতে চৌম্বকীয় দূষণ ডাইইলকেট্রকি পাঠকে বভি্রান্ত না কর।ে প্রতটিি কুপন সটে আর্দ্রতা চম্বেরে 8, 12 ও 16 percent--এই 3টি আর্দ্রতায় সাম্যাবস্থায় কন্ডশিন করা হয়, এবং রান শষেে ওভনে-শুষ্ক ভররে বপিরীতে ওজন মপেে আর্দ্রতা যাচাই করা হয়।

সলেটি আগে বর্ণতি ধরনরে গার্ডডে সমান্তরাল-প্লটে ফকি্সচার (Tanaka and Park, 2022), 20 Hz থকেে 10 MHz পর্যন্ত Keysight E4990A ইম্পডি্যান্স অ্যানালাইজারে চালতি। গার্ড রংি ফ্রঞ্জিংি দমন কর,ে ফলে মাপা ক্যাপাসটি্যান্স নর্িধারতি ইলকেট্রোড কষত্রেফলরে সমতুল্য এবং নষি্কাশতি পারমটিভিটি প্রান্ত-দূষতি অনুমান নয়, বস্তুর সামগ্রকি মান; লস ট্যানজনেন্ট ফকি্সচাররে ডসিপিশেন ফ্যাক্টর হসিবেে সরাসরি পড়া হয়। মলি-করা মুখরে অবশষিট অমসৃণতা সামলাতে পাতলা পরবিাহী-ইলাস্টোমার আন্তঃস্তর দয়িে সংযোগ করা হয়, যাতে নজিস্ব পোলারাইজশেন যোগ করা আঠা না লাগ।ে

12 percent আর্দ্রতা ও 1 kHz-এ সগেনু eps_L = 2.64, eps_R = 2.09 এবং eps_T = 2.02 দয়ে; eps_L / eps_T অ্যানসিোট্রপি অনুপাত 1.31 এবং eps_L / eps_R 1.26; প্রত্যাশামতো 2টি আড়াআড়ি অক্ষ 4 percent-এর মধ্যে একমত। লস ট্যানজনেন্ট একই ক্রম অনুসরণ কর:ে তন্তু বরাবর tan delta 0.021 এবং আড়াআড়ি 0.014 থকেে 0.015। 20 Hz থকেে 20 kHz অডওি ব্যান্ডে পারমটিভিটিগুলো 3 percent-এর মধ্যে সমতল এবং অ্যানসিোট্রপি অনুপাত 1.24 থকেে 1.31-এর মধ্যে থাক।ে আর্দ্রতা 16 percent-এ তুললে প্রতটিি মান বাড়--eps_L 3.08-এ পৌঁছায়--এবং লক্ষণীয়ভাবে অ্যানসিোট্রপি সামান্য প্রশস্ত হয়, কারণ যোগ হওয়া আবদ্ধ জল পছন্দরে অক্ষ বরাবর অগ্রাধকিার দয়িে পোলারাইজ কর।ে 8 percent-এ শুকালে পরম মান ও অনুপাত উভয়ই সংকুচতি হয়। তাই অ্যানসিোট্রপি স্থরি বস্তু-ধর্মক নয়, আর্দ্রতা-নয়িন্ত্রতি; যখোনে সবচয়েে কম প্রয়োজন (ভজো) সখোনে শক্তশিালী এবং বস্তু সবচয়েে শুষ্ক হলে দুর্বল; 12 +/- 1 percent সরবরাহ স্পসেফিকিশেনে এটি স্বচ্ছন্দে পৃথকযোগ্য ও স্থতিশীল।

4. ক্রডেল, কবেল ও স্তম্ভরে বতিরণকৃত-ক্যাপাসটি্যান্স মডলে

3টি পারমটিভিটিকিে নকশা-সদ্ধিান্তে রূপান্তর করতে কাপলংিয়রে জ্যামতিি দরকার। কবেল সমতল ব্লকে বসে না; ওপররে মুখে মলি করা অগভীর ব্যাসার্ধী খাঁজ, অর্থাৎ ক্রডেলে থাক,ে ফলে কবেল জ্যাকটেরে একটি সসীম চাপ কবেল জ্যাকটে-প্রাচীররে পুরুত্ব দয়িে কাঠ থকেে আলাদা। সইে চাপরে সরাসরি নচিরে কাঠ--ক্রডেলরে তল থকেে ব্লকরে শরীরে নামা ছোট উল্লম্ব স্তম্ভ--সখোনইে পরবিাহী ও যকেোনো দূরবর্তী গ্রাউন্ড রটিার্নরে ক্ষত্রে সবচয়েে শক্তশিালী এবং কবেল-থকেে-সাপোর্ট ক্যাপাসটি্যান্সরে বপিুল অংশ সঞ্চতি। আরও বাইরে ও নচিরে কাঠে ক্ষত্রে ছড়য়িে দুর্বল হওয়ায় অবদানরে ওজন দ্রুত কম।ে

আমরা এটকিে রানপ্রতি একক দরৈ্ঘ্যে বতিরণকৃত ক্যাপাসটি্যান্স হসিবেে মডলে কর,ি ক্রডেলরে নচিে ও চারপাশে কাঠরে আয়তনে স্থানীয় ক্ষত্রেশক্তি সমাকলন করে এবং কাঠরে পারমটিভিটি টনেসর অক্ষ ধরে বসয়ি।ে অ্যানসিোট্রপকি ডাইইলকেট্রকিরে জন্য নর্িমাণটি প্রমতি: উল্লম্ব ক্ষত্রে-উপাদান উল্লম্ব-অক্ষ পারমটিভিটি নমুনা নয়ে, অনুভূমকি উপাদান অনুভূমকি-অক্ষ পারমটিভিটি নয়ে; ক্রডেল পরবিাহীর ঠকি নচিরে প্রায়-উল্লম্ব অঞ্চলে ক্ষত্রে কন্দ্রীভূত করলওে ক্যাপাসটি্যান্স বন্ধ করা রটিার্ন পথ স্তম্ভরে পার্শ্ব দয়িে বাইরে ও নচিে চল,ে তাই অনুভূমকি পারমটিভিটি সঞ্চতি শক্তরি বড় অংশ বহন কর।ে মডলেরে আউটপুট প্রকৌশলরে একক আকর্ষণীয় সংখ্যা: পারমটিভিটি টনেসররে অভমিুখ অনুযায়ী কবেলে ব্লকরে যোগ করা ক্যাপাসটি্যান্স, প্রতি ব্লকে picofarads।

বাস্তবে 2টি অভমিুখ প্রাসঙ্গকি। এন্ড-গ্রইেন-উল্লম্ব মলিংি দরৈ্ঘ্যকি অক্ষ L-কে ভারপথ বরাবর উল্লম্ব রাখে এবং 2টি নম্নি আড়াআড়ি অক্ষ R ও T-কে অনুভূমকি তলে রাখ।ে ফসে-গ্রইেন (ফল্যাট-সন, তন্তু অনুভূমকি) মলিংি দরৈ্ঘ্যকি অক্ষ L-কে অনুভূমকি তলে শুইয়ে দয়ে, যখোনে শক্তশিালী অনুভূমকি ক্ষত্রে-উপাদান তা নমুনা নয়ে, এবং একটি আড়াআড়ি অক্ষ উল্লম্ব কর।ে প্রতনিধিত্বিমূলক ক্রডেল জ্যামতিতি (12 mm কবেল ব্যাস, 3 mm ব্যাসার্ধী ক্রডেল, 60 mm ব্লক উচ্চতা, চ্যাসসি দূরত্বে নামমাত্র গ্রাউন্ড রটিার্ন) মাপা 12 percent ধর্মক মডলেে দলি এন্ড-গ্রইেন অভমিুখে প্রায় 1.9 pF প্রতি ব্লক এবং ফসে-গ্রইেনে প্রায় 2.3 pF প্রতি ব্লক পাওয়া যায়--পার্থক্য প্রায় 0.4 pF, মোটামুটি 18 percent, কবেল কাটার কোণ থকেে উদ্ভূত। প্রতি ব্লকে এটি ক্ষুদ্র। তবু বাস্তব, পুনরাবৃত্তযিোগ্য, এক-চহ্নিী ও বনিামূল্যরে: নর্িমাতার শুধু বলিটে সঠকিভাবে সাজানোর সদ্ধিান্ত লাগ,ে এবং পূর্ণ রানরে কয়কেটি ব্লকজুড়ে তা সঞ্চতি হয়।

5. তন্তু-কোণ সুইপ ও আর্দ্রতা সংবদেনশীলতা

নামযুক্ত 2টি অভমিুখ একটি ধারাবাহকিতার প্রান্তবনিদ্ু, তাই এন্ড-গ্রইেন নছিক 2টি খামখয়োলি পছন্দরে ভালোটি নয়, সত্যকিাররে সর্বনম্নি--তা নশ্চিতি করা সার্থক। ভার অক্ষরে তুলনায় 0 deg (তন্তু উল্লম্ব, প্রকৃত এন্ড-গ্রইেন) থকেে 30, 45, 60 হয়ে 90 deg (তন্তু অনুভূমকি, ফসে-গ্রইেন) তন্তু-কোণে একগুচ্ছ কুপন মলি করছে এবং ক্রডেল-মডলে জ্যামতিতিে ওপররে পরবিাহী সক্রয়ি রখেে প্রতটিি মপেছে।ি তন্তু-কোণরে সঙ্গে কবেল-নর্িদশেতি ক্যাপাসটি্যান্স একমুখীভাবে বড়েছে, 0 deg-এ এন্ড-গ্রইেন সর্বনম্নি থকেে 90 deg-এ ফসে-গ্রইেন সর্বোচ্চ পর্যন্ত; উচ্চ-পারমটিভিটিরি দরৈ্ঘ্যকি অক্ষ ক্রমে অনুভূমকি ক্ষত্রেে ঘোরার সময় টনেসর মডলেরে অনুমতি cos-squared ওজন ঘনষ্ঠিভাবে অনুসরণ করছে।ে 0 deg-এর কাছে বক্ররখো অগভীর--মলিংিয়ে কয়কে degrees ভুলরে মূল্য প্রায় শূন্য--এবং সুইপরে মাঝখানে সবচয়েে খাড়া; ফলে সত্যকিাররে অযতনশীল কাটরে শাস্তি অসম্পূর্ণ কন্তিু সদচ্ছিাপূর্ণ কাটরে চয়েে বশেি সর্বনম্নি প্রকৃত এন্ড-গ্রইেনে, এবং তা সর্বনম্নি--ইনফ্লকেশন নয়।

আর্দ্রতা সর্বনম্নিরে অবস্থান না সরয়িে সম্পূর্ণ বক্ররখো উল্লম্বভাবে সরায়। আবদ্ধ জলরে সঙ্গে পারমটিভিটি দ্রুত বাড়ে বলে 12 থকেে 16 percent আর্দ্রতায় যাওয়া ব্লক স্থরি আর্দ্রতায় সম্পূর্ণ এন্ড-গ্রইেন-থকেে-ফসে-গ্রইেন পার্থক্যরে চয়েওে বশেি পরম ক্যাপাসটি্যান্স যোগ কর--আর্দ্রতার নয়িামক অভমিুখরে চয়েে বড়। তবে 2টি স্বাধীন: কাঠ ভজোলে তল ওঠ,ে কোন অভমিুখ সর্বনম্নি তা বদলায় না। তাই অভমিুখ ও কন্ডশিনংি পরপিূরক নয়িন্ত্রণ এবং উভয়ই প্রয়োগ করতে হব।ে প্রতটিি গ্রডেকৃত বলিটে উৎসস্থলে 12 +/- 1 percent-এ কলিন-ড্রাই করা এবং রক্ষণাবক্ষেণ সূচতি বার্ষকি আর্দ্রতা পরীক্ষার পরমিাপভত্তিকি কারণ এটি: অভমিুখ স্থায়ীভাবে মলি করা, সরে না; কন্তিু তাকে স্কলে করা আর্দ্রতা সরতে পার,ে এবং আর্দ্র ঘররে সঙ্গে সাম্যাবস্থায় যতেে দওেয়া সাপোর্ট মলিংি বঞ্চে অর্জতি মার্জনি

ধীরে ত্যাগ করে।

Section 3-এ মাপা আড়াআড়ি অক্ষরে ঐকমত্যরে অর্থ, অনুভূমকি তলে রডেয়িাল না ট্যানজনেশয়িাল উপস্থাপন বছেে নওেয়া পরমিাপরে অনশি্চয়তার মধ্যে অপ্রাসঙ্গকি; তন্তু উল্লম্ব থাকলে ডাইইলকেট্রকি ফল ছাড়াই ওপররে পৃষ্ঠরে বলয়রে সরো চহোরার জন্য ব্লককে তার উল্লম্ব অক্ষ ঘরিে ঘোরানো যায়।

6. আলোচনা: 2টি যুক্তি, 1টি অভমিুখ

এন্ড-গ্রইেন অভমিুখ তার ডাইইলকেট্রকি আচরণরে জন্য গ্রহণ করা হয়ন।ি এন্ড-গ্রইেন সংকোচনে কাঠে ভার দওেয়ার সবচয়েে দৃঢ় ও শক্তশিালী উপায় বলে তা গ্রহণ করা হয়ছেলি: তন্তু উল্লম্ব থাকলে নচিমুখী ভার নলাকার কোষরে সবচয়েে শক্তশিালী দকি বরাবর বহন হয়, এবং ব্লক কবেল রানরে স্থরি ওজন ও ইনস্টলশেনরে বসে যাওয়াকে সর্বনম্নি ক্রপি ও মাত্রাগত পরবির্তনে প্রতহিত কর।ে এটি কাঠ প্রকৌশলরে পুরোনো ও অবতির্কতি বষিয়, যা কোনো পারমটিভিটি মিাপার আগইে মলিংি স্পসেফিকিশেন স্থরি করছেলি।

এখানে প্রকাশতি ডাইইলকেট্রকি পরমিাপ পরে করা, এবং নীতগিতভাবে যান্ত্রকি পছন্দরে সঙ্গে দ্বমিত করতে পারত--তন্তু-বরাবর অক্ষটি নম্নি-পারমটিভিটিরি অক্ষ হলে তাকে উল্লম্ব করা যান্ত্রকিভাবে সঠকি কন্তিু বদ্যিুতকিভাবে ভুল হতো এবং আপস বাধ্যতামূলক হতো। তারা দ্বমিত করনে।ি তন্তু-বরাবর অক্ষ উচ্চ-পারমটিভিটিরি অক্ষ, তাই তাকে উল্লম্ব করলে কবেলরে ক্ষত্রে সবচয়েে শক্তশিালী এমন অনুভূমকি তল থকেে সরানো হয়--ক্যাপাসট্যিান্স মডলে ঠকি এটইি চায়। যান্ত্রকিভাবে আদর্শ অভমিুখ স্বাধীনভাবে ডাইইলকেট্রকিভাবে সবচয়েে শান্ত অভমিুখ। ভন্নি পদার্থবজি্ঞান থকেে, ভন্নি সময়ে, ভন্নি সমস্যা সমাধানকারী মানুষরে নর্মিতি 2টি যুক্তি একই কাট নর্বিাচন কর।ে

এই ঐকমত্যে আমরা কোনো রহস্যময় গ্লুত্ব আরোপ কর নিা; অ্যানসিোট্রপকি বস্তুর দৃঢ় অক্ষ ও উচ্চ-পারমটিভিটিরি অক্ষ প্রায়ই সারবিদ্ধ থাকে, কারণ উভয় ধর্ম একই সারবিদ্ধ মাইক্রোস্ট্রাকচার থকেে আসে, এবং সগেুন তমেন বস্তু। কন্তিু ব্যবহারকি ফল দাঁড়ায়। শুধু যান্ত্রকি যুক্তি অনুসরণ করা নর্মিাতা এন্ড-গ্রইেনে পৌঁছে অনচ্ছিাকৃতভাবে ক্যাপাসটিভি কাপলংিও সর্বনম্নি করনে। অলংকারমূলক ফসে-গ্রইেনরে জন্য যান্ত্রকি যুক্তি অগ্রাহ্য করা নর্মিাতা একসঙ্গে 2 হসিাবইে হারনে। ঐক্যটি বস্মিয়রে কাকতাল নয়, স্পসেফিকিশেনে আস্থার কারণ: 2টি স্বাধীন যুক্তরি খো একই সংখ্যায় শষে হলে সংখ্যাটি সঠকি হওয়ার সম্ভাবনা বশেি।

7. উপসংহার

কাঠ ডাইইলকেট্রকিভাবে অ্যানসিোট্রপকি বস্তু, আর কাঠরে কবেল সাপোর্ট হলো পরবিাহীর নকিট-ক্ষত্রেে রাখা সইে বস্তু। ইনস্টলশেনে তার অবদান একটি ক্ষুদ্র বতিরণকৃত ক্যাপাসট্যিান্স, যার মাত্রা নর্মিাতা জনেে বা না জনেে মলিংি বঞ্চইে নর্ধিারণ করনে। বষিুবীয় সগেুনরে 3-অক্ষ পারমটিভিটিি ও ক্ষতি মপেে সরবরাহ আর্দ্রতায় প্রায় 1.3 অ্যানসিোট্রপি অনুপাতসহ প্রত্যাশতি eps_L > eps_R ~ eps_T ক্রম নশি্চতি করছে,ি এবং সইে ধ্রুবক ক্রডেল-ও-স্তম্ভ ক্যাপাসট্যিান্স মডলেরে মধ্য দয়িে চালয়িে প্রতি ব্লককে picofarads কার্যকারতিা-সংখ্যা পয়েছে,ি যা এন্ড-গ্রইেন ও ফসে-গ্রইেন মলিংিয়রে মধ্যে পরমিাপযোগ্যভাবে ভন্নি। প্রতনিধিত্বিমূলক জ্যামতিতিে এন্ড-গ্রইেন প্রায় 0.4 pF ও 18 percent কম, এবং তন্তু-কোণ সুইপ একে প্রকৃত সর্বনম্নি হসিবেে নশি্চতি কর।ে

প্রতি ব্লককে মার্জনি ক্ষুদ্র এবং আমরা তা অতরিঞ্জন করতে অস্বীকার করি। আমাদরে বক্তব্য কবেল: এটি বাস্তব, এর পছন্দরে দকি আছে, এবং সইে দকি ইতমিধ্যে যান্ত্রকি কারণে নর্দিষ্টি দকিটইি। Equatorial Elevation Block এন্ড-গ্রইেন-উল্লম্বভাবে মলি করা হয়, কারণ সংকোচন ভার বহনে এন্ড-গ্রইেন সবচয়েে দৃঢ়; এখানে প্রকাশতি ডাইইলকেট্রকি বশি্লষেণ পরে করা এবং নশি্চতি করে একই কাট ডাইইলকেট্রকিভাবওে সবচয়েে শান্ত। প্রতটিি ব্লক এন্ড-গ্রইেন ওপর,ে 12 +/- 1 percent-এ কলিন-ড্রাই, অসমাপ্ত, এবং সার্টফিকিটেে গ্রডে ও মাপা ধ্রুবকসহ সরবরাহ হয়। পাঠককে আমরা কাঠরে সাপোর্টরে অন্য যকেোনো নর্মিাতার কাছে তাদরে তন্তু কোন দকিে চলে ও কনে--তা জজি্ঞাসা করতে আমন্ত্রণ জানাই।

তথ্যসূত্র

[1] James, W. L. (1975). কাঠ ও হার্ডবোর্ডরে ডাইইলকেট্রকি ধর্ম: তাপমাত্রা, কম্পাঙ্ক, আর্দ্রতা ও তন্তুর অভমিুখরে সঙ্গে পরবির্তন। USDA Forest Service Research Paper FPL-245, Forest Products Laboratory, Madison.

[2] Torgovnikov, G. I. (1993). কাঠ ও কাঠ-ভত্তিকি উপকরণরে ডাইইলকেট্রকি ধর্ম। Springer-Verlag, Berlin.

[3] Skaar, C. (1988). কাঠ-জল সম্পর্ক। Springer Series in Wood Science, Springer-Verlag, Berlin.

[4] Norimoto, M. (1976). কাঠরে ডাইইলকেট্রকি ধর্ম। Wood Research: Bulletin of the Wood Research Institute, Kyoto University, 59/60, 106-152.

[5] Bosque, A., Ferro, M., Park, H., Tanaka, Y. (2026). কাঠামোগত কাঠরে চৌম্বকীয় নরিপকেষ্তা গ্রডেংি: অডওি সাপোর্ট উপকরণরে জন্য N-গ্রডে বশিুদ্ধতা শ্রণেবিন্যিাস। Journal of Equatorial Audio Science, 7(2), 44-71.

[6] Tanaka, Y., Park, H. (2022). অ্যানসিোট্রপকি নম্নি-ক্ষতি কঠনি পদার্থরে গার্ডডে সমান্তরাল-প্লটে পারমটিভিটি পিরমিাপ। Journal of Equatorial Audio Science, 3(1), 12-29.

CONFIDENTIAL