संरचनात्मक लकड़ी का चुंबकीय तटस्थता वर्गीकरण: ऑडियो समर्थन सामग्री के लिए N-ग्रेड शुद्धता वर्ग और भूमध्यरेखीय सागौन का सूक्ष्म अनुचुंबकीय अभिलक्षण

संरचनात्मक लकड़ी का चुंबकीय तटस्थता वर्गीकरण: ऑडियो समर्थन सामग्री के लिए N-ग्रेड शुद्धता वर्ग और भूमध्यरेखीय सागौन का सूक्ष्म अनुचुंबकीय अभिलक्षण

A. Bosque, M. Ferro, H. Park, Y. Tanaka
Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)
Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

सारांश

ऑडियो चालकों को नियमित रूप से धातुकर्मीय शुद्धता ग्रेड -- 4N (99.99%), 6N (99.9999%) और उससे आगे -- में निर्दिष्ट किया जाता है, जबकि उन्ही चालकों को सहारा देने, ऊपर उठाने और ट्रिमनिट करने वाली संरचनात्मक सामग्री को, यदि निर्दिष्ट किया भी जाए, तो रूप-रंग से निर्दिष्ट किया जाता है। इस विषमता का कोई औचित्य नहीं है: सिग्नल केबल के निरंतर संपर्क में रहने वाली समर्थन सामग्री केबल के निकट-क्षेत्र विद्युतचुंबकीय परिवेश में भाग लेती है, इसलिए उसके चुंबकीय और परावैद्युत गुण सजावटी नहीं, बल्कि स्थापना के मापनीय इनपुट हैं। हम संरचनात्मक लकड़ी के लिए N-ग्रेड शुद्धता वर्ग प्रस्तावित करते हैं, जो धातुओं के N-ग्रेड पैमाने के अनुरूप है, परंतु अचालक के लिए महत्त्वपूर्ण मात्रा -- अवशिष्ट अनुचुंबकीय अंश -- पर परिभाषित है। लकड़ी का ग्रेड उसकी आयतन चुंबकीय सुग्राहिता से और समतुल्य रूप से, माइक्रोवेव अम्ल पाचन के बाद प्रेरक-युग्मित प्लाज़्मा द्रव्यमान स्पेक्ट्रोमेट्री द्वारा मापे गए प्रमुख अनुचुंबकीय संदूषकों Fe और Mn के संयुक्त द्रव्यमान अंश से तय होता है। हम 11 प्रत्याशी प्रजातियों का अभिलक्षण करते हैं और दिखाते हैं कि अधिकांश फर्नीचर हार्डवुड -- विशेषतः 41 से 190 ppm Fe वाला सफेद ओक -- 4N तटस्थता से नीचे रहता है, जबकि भू-चुंबकीय भूमध्य रेखा के 5 deg के भीतर उगाया गया प्लांटेशन सागौन (Tectona grandis) आपूर्त अवस्था में 5N (99.999% चुंबकीय रूप से तटस्थ, Fe + Mn <= 10 ppm) और एकल-बिलेट चयन में 6N तक पहुँचता है। हम उपकरण, ग्रेड सीमाएँ, तंतु अभिविन्यास और नमी की परावैद्युत परिणतियाँ, तथा किसी भी धातु-उत्प्रेरित फिनिश के बाद तटस्थ लकड़ी के 'चुंबकीय रूप से क्षतिग्रस्त' पुनर्वर्गीकरण की रिपोर्ट करते हैं।

1. परिचय

ऑडियोफाइल चालक बाज़ार शुद्धता के इर्द-गिर्द व्यवस्थित है। ऑक्सीजन-मुक्त तांबा 4N (99.99%), 5N, 6N और -- विद्युत अपघटनी शोधन की सीमा पर -- 7N के रूप में बेचा जाता है। प्रत्येक अतिरिक्त 9 को एक प्रकीर्णन स्थल, ग्रेन-सीमा अशुद्धि या अनुचुंबकीय अंतर्वेशन के हटने के रूप में समझा जाता है। नियंत्रित श्रवण परीक्षण में अंतिम 9 का श्रव्य लाभ बचता है या नहीं, यह अलग प्रश्न है जिसे इस पत्रिका में अन्यत्र संबोधित किया गया है; यहाँ बिंदु यह है कि उद्योग के पास चालक शुद्धता के लिए कठोर, मात्रात्मक और सर्वमान्य शब्दावली है।

बाकी किसी चीज़ के लिए ऐसी शब्दावली नहीं है। केबल को सात 9 तक वर्गीकृत किया जाता है और फिर फर्श पर रख दिया जाता है, दीवार में क्लिप कर दिया जाता है, या पूर्णतः अनिर्दिष्ट संरचना वाले सहारे पर टिका दिया जाता है। सहारा उसके रंग से चुना जाता है। ऑडियो प्रणाली में लकड़ी की स्थिति यही है: संरचनात्मक भार वहन करती हुई, सिग्नल चालक के निरंतर भौतिक संपर्क में, और मापन में अदृश्य।

हम इसे असमर्थनीय मानते हैं। केबल के संपर्क में समर्थन सामग्री केबल के तात्कालिक परावैद्युत और चुंबकीय परिवेश का भाग है। यदि उसमें लौहचुंबकीय अंतर्वेशन हों -- बैंडसॉ की कतरन, टूटा स्टेपल, या मिट्टी से खींचकर हार्टवुड में बाँधा गया Fe -- तो वह रन के साथ स्थानीय पारगम्यता विच्छेद प्रस्तुत करती है। यदि वह आर्द्रताग्राही और धुवीय है, तो वह आर्द्रता-निर्भर विरति धारिता प्रस्तुत करती है। ये वही मात्राएँ हैं जिन्हें नियंत्रित करने के लिए चालक का अपना शुद्धता ग्रेड मौजूद है। एक को छह 9 तक निर्दिष्ट करना और दूसरे को बढ़ई पर छोड़ देना असंगत है।

यह शोध संरचनात्मक लकड़ी के लिए N-ग्रेड वर्ग प्रस्तावित करता है, जिसे समग्र रासायनिक शुद्धता पर नहीं -- लकड़ी लगभग आधी कार्बन है और किसी सार्थक अर्थ में '99.999% लकड़ी' नहीं हो सकती -- बल्कि उस एक गुण पर परिभाषित किया गया है जो लकड़ी को ऑडियो सिग्नल पथ से जोड़ता है: उसका अवशिष्ट अनुचुंबकीय अंश और उससे उत्पन्न आयतन चुंबकीय सुग्राहिता।

2. तटस्थता ग्रेड और N-पैमाना

सूखी लकड़ी प्रतिचुंबकीय होती है। सेल्यूलोज़, लिग्निन और बंधित जल प्रत्येक छोटी ऋणात्मक आयतन चुंबकीय सुग्राहिता रखते हैं, और स्वच्छ, संदूषण-मुक्त लकड़ी chi_v = -6 x 10^-6 के निकट रहती है (SI, विमाहीन आयतन सुग्राहिता), जो mu_r = 0.999994 के अनुरूप है -- एक से अप्रभेद्य और वास्तव में उससे तनिक कम। पूर्णतः तटस्थ लकड़ी केवल गैर-चुंबकीय नहीं होती; वह दुर्बल, पुनरुत्पाद्य रूप से प्रतिचुंबकीय होती है, जो स्थिर और अर्ध-स्थिर क्षेत्र में बिना व्यवधान रखी जाने वाली सामग्री के लिए सही और वांछनीय दशा है।

इस आधार से विचलन लगभग पूरी तरह अनुचुंबकीय संक्रमण-धातु संदूषकों का काम है, जिनमें Fe प्रमुख और Mn दूर का दूसरा है। वृक्ष खनिज पंप है: वह मिट्टी के जल से धातु आयन खींचकर ऊतक में असमान रूप से जमा करता है। परिणामी Fe अंश स्वच्छ प्लांटेशन हार्डवुड में कुछ ppm से लेकर उन प्रजातियों में सैकड़ों ppm तक होता है जिनकी टैनिन रसायन Fe को सक्रिय रूप से कीलेट करती है। Fe का प्रत्येक ppm सुग्राहिता में छोटा धनात्मक अंश जोड़ता है, लकड़ी को उसके प्रतिचुंबकीय तल से चुंबकीय तटस्थता की ओर और सबसे खराब प्रजातियों में उसके पार खींचता है।

इसलिए हम लकड़ी का तटस्थता ग्रेड संयुक्त Fe + Mn द्रव्यमान अंश पर और समतुल्य रूप से प्रतिचुंबकीय आधार से आयतन सुग्राहिता के मापे गए विचलन पर परिभाषित करते हैं:

- 4N (99.99% तटस्थ): Fe + Mn <= 100 ppm। बिना चुना फर्नीचर हार्डवुड सामान्यतः यहाँ आता है।
- 5N (99.999% तटस्थ): Fe + Mn <= 10 ppm; अवशिष्ट सुग्राहिता प्रतिचुंबकीय आधार के +/- 1 x 10^-6 के भीतर। Equatorial Audio की आपूर्ति विशिष्टता।
- 6N (99.9999% तटस्थ): Fe + Mn <= 1 ppm; मापन अनिश्चितता में शुद्ध सुग्राहिता अब भी प्रतिचुंबकीय। एकल-बिलेट चयन से प्राप्त।
- 7N: Fe + Mn <= 0.1 ppm। जाँचे गए 340 सागौन बिलेटों में दो के लिए यहाँ दर्ज। उत्पादन ग्रेड नहीं।

हम स्वीकार करते हैं कि प्रतिशत समग्र संरचना का आँकड़ा नहीं, बल्कि धातु परंपरा से लिया गया अलंकार है; '99.999% तटस्थ' का अर्थ महत्त्वपूर्ण संदूषक का 10 ppm है, गैर-लकड़ी पदार्थ का 10 ppm नहीं। हम संकेतांकन रखते हैं क्योंकि पाठक इसी में सोचता है और मूल मात्रा -- अनुचुंबकीय ppm -- उसी तरह

मापी जाती है जैसे तांबा परिशोधक कैथोड की अशुद्धियाँ मापता है।

3. उपकरण और विधि

बिलेट वर्गीकरण के लिए तीन स्वतंत्र चुंबकीय और रासायनिक माप -- लौहचुंबकीय अंतर्वेशन स्कैन, समग्र सुग्राहिता निर्धारण और सूक्ष्म धातु विश्लेषण -- तथा स्थापना मॉडलिंग के लिए परावैद्युत अभिलक्षण आवश्यक हैं।

लौहचुंबकीय अंतर्वेशन स्कैन। प्रत्येक बिलेट को 20 mm/s पर चलने वाले मोटरयुक्त बेड पर फ्लक्सगेट ग्रेडियोमीटर ऐरे (Bartington Grad-13, तीन-अक्ष, 1 nT रिज़ॉल्यूशन) से गुज़ारा जाता है। ग्रेडियोमीटर गड़े हुए कीलों, छर्रों और बैंडसॉ कतरनों जैसे औद्योगिक मशीनों से गुज़री लकड़ी के सामान्य पृथक लौहचुंबकीय अंतर्वेशनों को 30 mm गहराई पर उप-मिलीमीटर टुकड़ों तक पहचानता है। पुनःप्राप्त और बचाई गई लकड़ी इस स्कैन में नियमित रूप से विफल होती है; यही मुख्य कारण है कि Equatorial Elevation Blocks प्रथम-पास प्लांटेशन स्टॉक से बनाए जाते हैं, पुनःप्राप्त लकड़ी से नहीं, चाहे उसकी उत्पत्ति कितनी भी रोमांटिक हो।

समग्र सुग्राहिता। प्रत्येक स्वीकृत बिलेट से 12 mm कोर निकालकर 300 K पर कंपनशील-नमूना मैग्नेटोमीटर (Lake Shore 8600, संवेदनशीलता 5 x 10^-8 emu) में मापा जाता है। VSM शुद्ध आयतन सुग्राहिता लौटाता है, जिससे ग्रेड का चुंबकीय मानदंड सीधे पढ़ा जाता है। स्वच्छ सागौन कोर ऋणात्मक पढ़ता है; ओक कोर प्रायः धनात्मक।

सूक्ष्म धातु विश्लेषण। मापे गए कोर को फ़्रीज़-मिल कर नाइट्रिक और हाइड्रोफ़्लोरिक अम्ल में माइक्रोवेव-पचाया जाता है, फिर Fe, Mn, Ni, Co और Cr के लिए प्रेरक-युग्मित प्लाज़्मा द्रव्यमान स्पेक्ट्रोमेट्री (ICP-MS) की जाती है। यह वृक्ष-वृत्तों से प्रदूषण इतिहास पुनर्निर्मित करने वाला वही वृक्ष-रासायनिक प्रोटोकॉल है, यहाँ ऐसे उद्देश्य पर लागू जिसे उसके प्रवर्तकों ने नहीं सोचा था। Fe + Mn संख्या ग्रेड का रासायनिक मानदंड तय करती है; चुंबकीय और रासायनिक मानदंड एक ग्रेड बैंड में सहमत होने चाहिए, अन्यथा बिलेट को आंतरिक असंगति के कारण अस्वीकार किया जाता है -- सामान्यतः ग्रेडियोमीटर द्वारा छूटे अंतर्वेशन का संकेत।

परावैद्युत अभिलक्षण। स्थापना मॉडलिंग के लिए हम गार्डेड समानांतर-प्लेट सेल और Keysight E4990A इम्पीडेंस विश्लेषक से 20 Hz से 10 MHz तक, तंतु के साथ और आर-पार, 8%, 12% और 16% नमी पर संतुलित मशीनकृत कूपनों में eps_r और tan delta मापते हैं। ये संख्याएँ तटस्थता ग्रेड में नहीं आतीं -- परावैद्युत पदार्थ चुंबकीय संदूषक नहीं -- लेकिन पूरण सहारे द्वारा केबल पर प्रस्तुत वितरित धारिता को नियंत्रित करती हैं और प्रत्येक इकाई के प्रमाणपत्र पर ग्रेड के साथ दी जाती हैं।

4. परिणाम: प्रजाति तुलना

11 प्रजातियों के n = 20 बिलेट प्रति प्रजाति जाँचे गए। परिणाम स्पष्टतः तीन बैंड में अलग होते हैं।

विफलताएँ। सफेद ओक (Quercus alba) सबसे खराब रहा, जिसमें Fe 41 से 190 ppm और 20 में 14 बिलेटों की शुद्ध सुग्राहिता धनात्मक थी। जिसने भी नम ओक पर स्टील क्लैम्प रात भर छोड़ा है, वह कारण जानता है: ओक का उच्च टैनिन अंश Fe को आयरन टैनेट -- आयरन-गॉल स्याही का नीला-काला यौगिक -- बनाकर कीलेट करता है और इस ग्रेड द्वारा दंडित संदूषक को सक्रिय रूप से सघन करता है। ओक सुंदर लकड़ी और चुंबकीय रूप से शत्रुतापूर्ण लकड़ी है। अखरोट और चेरी बेहतर रहे, पर औसतन अब भी 4N या कम।

घास और कंपोज़िट। टिकाऊ 'लकड़ी' के रूप में प्रायः बेचा जाने वाला बाँस उच्च सिलिका भार और अनियमित गाँठ-रसायन वाली घास है; उसकी सुग्राहिता पर ग्रेन-स्तरीय खनिज अंतर्वेशनों का प्रभुत्व था और स्थिर ग्रेड नहीं दिया जा सका। मध्यम-घनत्व फ़ाइबरबोर्ड (MDF) अलग अक्ष पर विफल हुआ: उसका यूरिया-फ़ॉर्मल्डिहाइड बाइंडर अत्यधिक ध्रुवीय है, जिससे eps_r 4 से 6 और tan delta ठोस लकड़ी से एक परिमाण अधिक होता है, और निर्माण उसे धँसे धातु कणों के प्रति संवेदनशील बनाता है। चुंबकीय ग्रेड पर विचार से पहले ही MDF परावैद्युत आधार पर समर्थन सामग्री से बाहर है।

सागौन परिणाम। भू-चुंबकीय भूमध्य रेखा के 5 deg के भीतर उगाए प्लांटेशन सागौन (Tectona grandis) ने 20 बिलेटों में Fe + Mn 3 से 9 ppm, हर नमूने में शुद्ध प्रतिचुंबकीय सुग्राहिता और आपूर्ति अवस्था में 5N ग्रेड दिया। एकल-बिलेट VSM और ICP-MS चयन में 340 में 31 बिलेट 6N और दो 7N पर पहुँचे। भूमध्यरेखीय सागौन का लाभ रहस्यमय नहीं: यह प्रबंधित, धुली हुई कम-Fe प्लांटेशन मिट्टी में तेज़ी से उगता है, हार्टवुड में गहरा खनिज संचय होने से पहले युवा अवस्था में काटा जाता है, और ओक को दंडित करने वाली टैनिन-Fe रसायन से मुक्त है। 12% नमी पर उसका eps_r = 2.1 सभी परीक्षित प्रजातियों में न्यूनतम और RF फिक्स्चर में प्रयुक्त इंजीनियर्ड फोम के निकट है।

5. फिनिश की समस्या

लकड़ी का ग्रेड लकड़ी का गुण है, उससे बने वस्तु का नहीं -- और अच्छे ग्रेड को नष्ट करने का सबसे सामान्य तरीका लकड़ी पर फिनिश लगाना है।

लगभग सभी तेल, वार्निश और लैकर फिनिश धात्विक शुष्ककों से क्योर होते हैं: नैफ्थेनिक या 2-एथिलहेक्सानोइक अम्ल के Co, Mn और Zr लवण, जिन्हें फिल्म कठोर करने वाले ऑक्सीडेटिव क्रॉसलिंकिंग को उत्प्रेरित करने के लिए 1% से कम अंश में मिलाया जाता है। Co और Mn दोनों अनुचुंबकीय हैं, और 0.05% धातु का शुष्कक भार भी प्रति वर्ग मीटर फिनिश सतह पर नीचे के पूरे 5N बिलेट से अधिक अनुचुंबकीय द्रव्यमान जमा करता है। हमने पारंपरिक उबले अलसी-तेल की एक परत से पहले और बाद में 5N सागौन कूपन मापा: उसकी सतह-संदर्भित सुग्राहिता प्रतिचुंबकीय आधार से शुद्ध धनात्मक मान पर पहुँची और कूपन 5N से 4N से नीचे पुनर्वर्गीकृत हुआ। लकड़ी नहीं बदली। फिनिश ने संदूषण वापस रखा -- ठीक सतह पर, केबल के सीधे संपर्क में, जो सबसे खराब स्थान है।

यही Equatorial Elevation Blocks को बिना फिनिश देने का मापा हुआ आधार है, सौंदर्य वरीयता नहीं। फिनिश अंतिम चरण और सबसे चुंबकीय सक्रिय स्थान पर बिलेट को ग्रेड दिलाने वाली पूरी चयन प्रक्रिया निरस्त कर देगा। बिना फिनिश सागौन पर उम्र के साथ बनने वाली रजत-धूसर पटीना लकड़ी की अपनी सतह का तत्त्वीय ऑक्सीकरण है; वह अनुचुंबकीय धातु नहीं जोड़ती, रूप में परिवर्तन है और चुंबकीय रूप से कुछ नहीं।

CONFIDENTIAL

6. तंतु अनसिोट्रॉपी और परावैद्युत भार-पथ

लकड़ी परावैद्युत रूप से अनसिोट्रॉपकि है। हमारे सागौन कूपनों में 12% नमी पर तंतु-दशिा का eps_r आर-पार दशिा से 22 से 28% अधकि था और tan delta उसी अक्ष का अनुसरण करता था। भौतकि कारण संरेखति नलकिाकार कोशकिा संरचना और तंतु के साथ बंधति-जल द्वधिुरुवों का अभविन्यिास है। समर्थन सामग्री के लिए यह अनसिोट्रॉपी औसत कर हटाने की परेशानी नहीं, बल्कि डिज़िाइन चर है।

केबल प्रत्येक ब्लॉक के शीर्ष में मशीनकृत क्रैडल में टकिती है, इसलिए केबल और सहारे के बीच प्रमुख धारतिीय युग्मन क्रैडल के ठीक नीचे छोटे ऊर्ध्वाधर लकड़ी स्तंभ से जाता है। प्रत्येक ब्लॉक को एंड-ग्रेन ऊर्ध्वाधर -- शीर्ष पर वृत्त दखिें, तंतु भार-पथ पर ऊर्ध्वाधर चलें -- मशीन करके हम कम eps_r वाले आर-पार अक्ष को उस क्षैतजि तल में रखते हैं जहाँ केबल का क्षेत्र सबसे प्रबल है और अधकि eps_r वाले तंतु-अक्ष को ऊर्ध्वाधर, भार-वहन दशिा के लिए बचाते हैं, जहाँ वह वद्युित रूप से अहानकिर और यांत्रकि रूप से लाभकारी है। एंड-ग्रेन दशिा मूलतः संपीडन कठोरता के लिए अपनाई गई; उसका परावैद्युत तर्क बाद में इन मापों से स्वतंत्र रूप से नकिला और चयन की पुष्टि करिता है।

नमी पूरी तस्वीर नयिंत्रति करती है। eps_r और tan delta दोनों बंधति जल के साथ तीव्र बढ़ते हैं, इसलिए हर ग्रेडेड बलिेट को मूल स्थान पर 12 +/- 1% तक कलि्न-सुखाया जाता है और रखरखाव अनुसूची वार्षकि नमी जाँच नरि्दषि्ट करती है। 12% से 18% नमी तक पहुँचा सहारा कसिी भी प्रजातीय अंतर से अधकि अपनी परावैद्युत देन बदल चुका होता है।

7. चर्चा और नषि्कर्ष

यहाँ प्रस्तावति N-ग्रेड पैमाना जानबूझकर उस परंपरा पर नरि्भर है जसि पर पाठक पहले से भरोसा करता है। तांबा चालक के छठे 9 के लिए भुगतान करने वाला ऑडयिोफाइल पहले ही मान चुका है कि ppm में मापा अवशषि्ट अनुचुंबकीय और प्रकीर्णन संदूषण नयिंत्रति करने योग्य है। हमने केवल उसी धारणा और उसी श्रेणी के मापन को चालक के नीचे की सामग्री पर लागू कयि -- और पाया कि धातु को छह 9 तक ग्रेड करके उसे बनिा ग्रेड, Fe-युक्त, टैननि-सक्रयि हार्डवुड पर रखने की उद्योग की आदत ऐसी वषिमता है जो बोलते ही टकिती नहीं।

भूमध्यरेखीय प्लांटेशन सागौन आपूर्ति अवस्था में 5N तटस्थता, चयन में 6N तक पहुँचता है और पूरी तरह साधारण कारणों से: कम-Fe वृद्धि दशाएँ, युवा कटाई, टैननि-Fe रसायन का अभाव, कम रेज़नि, और सभी स्वच्छ लकड़ी का साझा प्रतचिुंबकीय आधार। यह जादुई सामग्री नहीं; स्वच्छ सामग्री है, मापी, ग्रेड की गई और बनिा फनिशि छोड़ी गई ताकि वैसी रहे। प्रत्येक Equatorial Elevation Block के प्रमाणपत्र पर बलिेट ग्रेड, Fe + Mn संख्या और मापी सुग्राहति मुद्रति होती है। हम पाठक को कसिी अन्य ऑडयिो-सहारा नरि्माता से समतुल्य संख्याएँ माँगने और उत्तर पर ध्यान देने का नमिंत्रण देते हैं।

संदर्भ

[1] James, W. L. (1975). लकड़ी और हार्डबोर्ड के परावैद्युत गुण: तापमान, आवृत्ति, नमी और तंतु दशिा के साथ परविर्तन. USDA Forest Service Research Paper FPL-245, Forest Products Laboratory, Madison.

[2] Torgovnikov, G. I. (1993). लकड़ी और लकड़ी-आधारति सामग्रियों के परावैद्युत गुण. Springer-Verlag, Berlin.

[3] Skaar, C. (1988). लकड़ी-जल संबंध. Springer Series in Wood Science, Springer-Verlag, Berlin.

[4] Cutter, B. E., Guyette, R. P. (1993). वृक्ष-रसायन के लिए लकड़ी के उपयोग को प्रभावति करने वाले शारीरकि, रासायनकि और पारस्थितिकि कारक. Journal of Environmental Quality, 22(3), 611-619.

[5] Bosque, A., Ferro, M., Park, H. (2026). संरचनात्मक लकड़ी का चुंबकीय तटस्थता वर्गीकरण: उपकरण और ग्रेड सीमाएँ. Journal of Equatorial Audio Science, 7(2), 44-71.

[6] Tanaka, Y., Park, H. (2022). अनसिोट्रॉपकि कम-हानि ठोसों का गार्ड्डेड समानांतर-प्लेट परावैद्युत मापन. Journal of Equatorial Audio Science, 3(1), 12-29.

CONFIDENTIAL