

इलेक्ट्रिक पावर ट्रांसमिशन

प्रलिस के लिये:

[भाखड़ा नांगल बाँध](#), [प्रत्यावर्ती धारा \(AC\)](#), [दृष्टि धारा \(DC\)](#), [वतिरण उपकेंद्र](#), [ट्रांसमिशन उपकेंद्र](#), [परमाणु रिएक्टर](#)

मेंस के लिये:

नवीकरणीय ऊर्जा लक्ष्यों को प्राप्त करने के लिये बजिली उत्पादन एवं पारेषण को सुव्यवस्थिति करने का महत्त्व ।

[स्रोत: द हट्टि](#)

चर्चा में क्यों?

समकालीन वशिव में बजिली की बढ़ती मांग के साथ, वशिष रूप से बढ़ती व्यक्तगित तथा औद्योगिकी ज़रूरतों के लिये, [इलेक्ट्रिक पावर ट्रांसमिशन सिस्टम](#) की दक्षता तथा वशिषसनीयता को बढ़ाना भी महत्त्वपूर्ण है ।

पावर ट्रांसमिशन के मुख्य बट्टि क्या हैं?

परचिय:

- कसिी भी वदियुत् आपूर्ता प्रणाली में तीन व्यापक घटक होते हैं: **उत्पादन, पारेषण और वतिरण** । बजिली का उत्पादन वदियुत् संयंत्रों के साथ-साथ छोटे नवीकरणीय-ऊर्जा प्रतष्ठिठानों में भी कथिा जाता है ।
- इसके पश्चात वदियुत् को अन्य तत्त्वों के बीच **स्टेशनों, सबस्टेशनों, स्वचिों, ओवरहेड एवं भूमगित केबलों** तथा **ट्रांसफार्मर के वतिरति नेटवर्क का उपयोग** करके प्रसारति कथिा जाता है ।

ट्रांसमिशन दक्षता:

- वदियुत् धारा संचरण की दक्षता **नमिन धारा और उच्च वोल्टेज पर अधकि** होती है । इसका कारण यह है कि संचरण के दौरान **ऊर्जा हानि धारा के वर्ग के समानुपाती** होती है, जबकि **वोल्टेज तथा धारा में 1:1 का संबंध** होता है ।
 - ट्रांसफार्मर का उपयोग बेहतर ट्रांसमिशन के लिये वोल्टेज बढ़ाने तथा करंट को कम करने के लिये कथिा जाता है ।

केबलों में प्रतरिध:

- ट्रांसमिशन के लिये उपयोग की जाने वाली केबलों में प्रतरिध पाया जाता है, जसिके परिणामस्वरूप ऊर्जा हानि होती है । **ऊर्जा हानिको नयिंत्रति करने के लिये केबल की मोटाई को समायोजति कथिा जा सकता है, मोटे केबलों से ऊर्जा हानि कम होती है,** लेकनि लागत बढ़ जाती है ।

दूरी तथा ट्रांसमिशन लागत:

- कम ट्रांसमिशन टावरों, सबस्टेशनों तथा रखरखाव प्रयासों की आवश्यकता** जैसे कारकों के कारण लंबी ट्रांसमिशन दूरी के परिणामस्वरूप आम तौर पर ट्रांसमिशन लागत कम हो जाती है ।

प्रत्यावर्ती धारा (AC):

- ट्रांसमिशन के लिये AC करंट को प्राथमकिता दी जाती है क्योकि **इसे ट्रांसफार्मर का उपयोग करके आसानी से संशोधति कथिा जा सकता है और साथ ही इसकी दक्षता में भी वृद्धि** होती है । हालाँकि उच्च AC आवृत्तियिों सामग्री में प्रतरिध बढ़ाती हैं ।
 - AC करंट, पावर ट्रांसमिशन को स्थानांतरति करने का सबसे सामान्य तरीका है क्योकि वोल्टेज लगातार ध्रुवीयता बदलता रहता है, जसिसे करंट वैकल्पकि दशिाओं में प्रवाहति होता है । **AC करंट आवृत्ति उस दर के समान है जसि पर वोल्टेज दशिा बदलता है ।**

मई 2023 तक स्थापति वदियुत् उत्पादन क्षमता (ईधनवार):

- कुल स्थापति क्षमता (जीवाश्म ईधन और गैर-जीवाश्म ईधन) 417 गीगावॉट
- कुल वदियुत् उत्पादन में वभिनिन ईधनों की हसिसेदारी इस प्रकार है:

- कुल जीवाश्म ईंधन (कोयला सहित) 56.8% है।
- परमाणु 1.60% है तथा
- गैर-जीवाश्म ईंधन 41.4% है।

वदियुत शक्ति कैसे संचारित होती है?

■ प्रक्रिया:

- वदियुत संचरण में **तीन-चरणों वाला प्रत्यावर्ती धारा परपिथ (AC circuit)** शामिल होता है। प्रत्येक तार एक अलग चरण में AC करंट प्रवाहित करता है। पावर स्टेशन से तारों को ट्रांसफार्मर तक ले जाया जाता है जो उनके वोल्टेज को बढ़ाते हैं।
- इसका बुनियादी ढाँचा सुरक्षा सुविधाओं से युक्त है, जैसे कि महोरम (Surges- उष्णकटबिन्धीय चक्रवातों के दौरान समुद्र के सतह में वृद्धि) के दौरान उच्च धारा को मोड़ने के लिये **इंसुलेटर** तथा **ओवरलोड होने पर सर्किट को डिसिंक्नेक्ट करने के लिये सर्किट-ब्रेकर** मौजूद हैं।
- इसके अतिरिक्त बजिली गरिने जैसे बाहरी कारकों के कारण होने वाले **वोल्टेज के उतार-चढ़ाव** को रोकने के लिये **ग्राउंडिंग एवं अरेस्टर** का उपयोग किया जाता है। **डैम्परस कंपन को कम करने में मदद करते हैं जो टावरों की स्थिरता को प्रभावित कर सकते हैं।**

■ सबस्टेशन नेटवर्क:

- ट्रांसमिशन तार के अंत में विभिन्न प्रकार के **सबस्टेशन मौजूद** होते हैं, जिनमें से प्रत्येक की वदियुत वितरण प्रणाली में एक विशेष भूमिका होती है।
 - **कनेक्टर** विभिन्न स्रोतों से वदियुत को समेकित करते हैं तथा इसे ट्रांसमिशन सबस्टेशनों तक पहुँचाते हैं।
- **वितरण सबस्टेशन वदियुत लाइनों में वोल्टेज को कम करने** तथा घरों एवं व्यवसायों में **खपत के लिये वदियुत तैयार करने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।**
- **ट्रांसमिशन सबस्टेशन** हब के रूप में कार्य करते हैं, विभिन्न लाइनों को वलिय अथवा शाखाबद्ध करते हैं व नेटवर्क के भीतर मौजूद समस्याओं का निदान करते हैं।

■ विधि कार्य एवं बुनियादी ढाँचा:

- विधि कार्यों को करने के लिये इसके बुनियादी ढाँचे में, **इलेक्ट्रिकल इंजीनियरिंग विशेषज्ञता से लेकर उन्नत कम्प्यूटरीकृत संचालन तक, समर्थन प्रणालियों की एक वसित शृंखला शामिल है।**
 - महत्त्वपूर्ण बुनियादी ढाँचे की सुरक्षा के लिये **अग्नि से सुरक्षा** जैसे सुरक्षा उपाय आवश्यक हैं।

इलेक्ट्रिक ग्रिड कैसे कार्य करता है?

■ ग्रिड संचालन एवं इसके घटक:

- **ग्रिड** जटिल प्रणालियाँ हैं जो वदियुत शक्ति के वितरण में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। इनमें तीन मुख्य घटक शामिल हैं: **उत्पादन, पारेषण (Transmission) और वितरण।**
 - **ट्रांसमिशन घटक** वदियुत उत्पादन एवं अंतिम उपयोगकर्ताओं तक वितरण के बीच सेतु का कार्य करता है।
- कुछ ऊर्जा स्रोत, जैसे कोयले से चलने वाले संयंत्र अथवा परमाणु रिएक्टर, ऊर्जा की नरितर आपूर्ति कर सकते हैं, जबकि वायु एवं सौर जैसे नवीकरणीय स्रोत अनरितर होते हैं।
 - **ऐसे मामलों में ग्रिड उपयोगी हो जाते हैं क्योंकि ग्रिड अधिशेष वदियुत को संगृहीत करने तथा मांग आपूर्ति से अधिक होने पर इसे जारी करने के लिये भंडारण सुविधाओं से युक्त होते हैं।**

■ ग्रिड लचीलापन/समुत्थानशक्ति और नयितरण:

- नेटवर्क के विभिन्न हिस्सों में वफिलताओं को दूसरों को प्रभावित करने से रोकने के लिये ग्रिड को लचीला/समुत्थानशील होना चाहिये। उन्हें अलग-अलग मांग को पूरा करने और स्थिर एवं विश्वसनीय वदियुत आपूर्ति सुनिश्चित करने हेतु वोल्टेज स्तर का प्रबंधन करने की भी आवश्यकता है जिसमें AC वदियुत धारा को नयितरित करना व पावर फैक्टर में सुधार करना शामिल है।

■ वाइड-एरिया सकिरोनस ग्रिड और चुनौतियाँ:

- वाइड-एरिया सकिरोनस ग्रिड एक नेटवर्क है जिसमें सभी संबद्ध जनरेटर एक ही आवृत्ति पर AC करंट उत्पन्न करते हैं। ऐसे ग्रिड का एक उदाहरण उत्तरी चीनी राज्य ग्रिड है जो 1,700 गीगावॉट की क्षमता के साथ विश्व का सबसे शक्तिशाली ग्रिड है। भारत का राष्ट्रीय ग्रिड एक वसित क्षेत्र तुल्यकालिक ग्रिड के रूप में भी कार्य करता है।
- साझा संसाधनों के कारण इन ग्रिडों को वदियुत की लागत कम करने का लाभ मिलता है, लेकिन स्थानीय वदियुत आपूर्ति वफिलता की स्थिति में व्यापक वफिलताओं को रोकने के लिये उपायों की आवश्यकता होती है।

भारत का इलेक्ट्रिक ग्रिड:

- भारत का वदियुत ग्रिड, जैसे **राष्ट्रीय ग्रिड** के रूप में भी जाना जाता है, एक उच्च वोल्टेज वदियुत ट्रांसमिशन नेटवर्क है जो देश भर के वदियुत स्टेशनों और प्रमुख सबस्टेशनों को जोड़ता है। यह सुनिश्चित करता है कि भारत में कहीं भी उत्पादित वदियुत का अन्यत्र मांग को पूरा करने के लिये उपयोग किया जा सकता है।
- नेशनल ग्रिड का स्वामित्व और रखरखाव राज्य के स्वामित्व वाली पावर ग्रिड कॉरपोरेशन ऑफ इंडिया द्वारा किया जाता है तथा राज्य के स्वामित्व वाली पावर सिस्टम ऑपरेशन कॉरपोरेशन द्वारा संचालित किया जाता है। यह 31 मई 2023 तक **417.68 गीगावॉट** स्थापित वदियुत

उत्पादन क्षमता के साथ वशिव के सबसे बड़े परचालन सकिरोनस ग्रडिडों में से एक है ।

UPSC सविलि सेवा परीक्षा, वगित वर्ष के प्रश्न

??????????:

Q. भारतीय नवीकरणीय ऊर्जा वकिस एजेसी लमिडिड (आईआरईडीए) के संदरभ में नमिनलखिति में से कौन-सा/से कथन सही है/हैं? (2015)

1. यह एक पब्लकि लमिडिड सरकारी कंपनी है ।
2. यह एक गैर-बैंकगि वतित्तीय कंपनी है ।

नीचे दयि गए कूट का प्रयोग करके सही उत्तर चुनयि:

- (a) केवल 1
- (b) केवल 2
- (c) 1 और 2 दोनों
- (d) न तो 1, न ही 2

उत्तर: (c)

?????????

Q. "सतत् वकिस लकष्यों (एसडीजी) को प्राप्त करने के लएि ससुती, वशिवसनीय, संधारणीय और आधुनकि ऊर्जा तक पहुँच अनविर्य है ।" इस संबंध में भारत में हुई प्रगतापर टपिपणी कीजयि । (2018)

[स्रोत: द हद्वि](#)

चर्चा में क्यों?

समकालीन वशिव में बजिली की बढ़ती मांग के साथ, वशिष रूप से बढ़ती व्यक्तगित तथा औद्योगकि जरूरतों के लयि, [इलेक्ट्रकि पावर ट्रांसमशिन ससि्टम](#) की दकषता तथा वशिवसनीयता को बढ़ाना भी महत्त्वपूर्ण है ।

पावर ट्रांसमशिन के मुख् बदि क्या हैं?

■ परचिय:

- कसिी भी वदियुत् आपूरता प्रणाली में तीन व्यापक घटक होते हैं: **उत्पादन, पारेषण और वतिरण** । बजिली का उत्पादन वदियुत् संयंत्रों के साथ-साथ छोटे नवीकरणीय-ऊर्जा प्रतषिठानों में भी कयिा जाता है ।
- इसके पश्चात वदियुत् को अनूय तत्त्वों के बीच **सुटेशनों, सबसुटेशनों, स्वचिों, ओवरहेड एवं भूमगित केबलों** तथा **ट्रांसफार्मर के वतिरति नेटवर्क का उपयोग** करके प्रसारति कयिा जाता है ।

■ ट्रांसमशिन दकषता:

- वदियुत् धारा संचरण की दकषता **नमिन धारा और उच्च वोलटेज पर अधकि** होती है । इसका कारण यह है कि संचरण के दौरान **ऊर्जा हानि धारा के वर्ग के समानुपाती** होती है, जबकि **वोलटेज तथा धारा में 1:1 का संबंध** होता है ।
 - ट्रांसफार्मर का उपयोग बेहतर ट्रांसमशिन के लयि वोलटेज बढ़ाने तथा करंट को कम करने के लयि कयिा जाता है ।

■ केबलों में प्रतरिध:

- ट्रांसमशिन के लयि उपयोग की जाने वाली केबलों में प्रतरिध पाया जाता है, जसिके परणामस्वरूप ऊर्जा हानि होती है । **ऊर्जा हानि को नयित्तरति करने के लयि केबल की मोटाई को समायोजति कयिा जा सकता है, मोटे केबलों से ऊर्जा हानि कम होती है,** लेकनि लागत बढ़ जाती है ।

■ दूरी तथा ट्रांसमशिन लागत:

- **कम ट्रांसमशिन टावरों, सबसुटेशनों तथा रखरखाव प्रयासों की आवश्यकता** जैसे कारकों के कारण लंबी ट्रांसमशिन दूरी के परणामस्वरूप आम तौर पर ट्रांसमशिन लागत कम हो जाती है ।

■ प्रत्यावर्ती धारा (AC):

- ट्रांसमशिन के लयि AC करंट को प्राथमकिता दी जाती है क्योंकि इसे **ट्रांसफार्मर का उपयोग करके आसानी से संशोधति कयिा जा सकता है और साथ ही इसकी दकषता में भी वृद्धि** होती है । हालाँकि उच्च AC आवृत्तयिों सामग्री में प्रतरिध बढ़ाती है ।

- AC करंट, पावर ट्रांसमिशन को स्थानांतरित करने का सबसे सामान्य तरीका है क्योंकि वोल्टेज लगातार ध्रुवीयता बदलता रहता है, जिससे करंट वैकल्पिक दिशाओं में प्रवाहित होता है। AC करंट आवृत्ति उस दर के समान है जिस पर वोल्टेज दिशा बदलता है।

मई 2023 तक स्थापित वदियुत उत्पादन क्षमता (ईंधनवार):

- कुल स्थापित क्षमता (जीवाश्म ईंधन और गैर-जीवाश्म ईंधन) 417 गीगावॉट
- कुल वदियुत उत्पादन में विभिन्न ईंधनों की हस्तिसेदारी इस प्रकार है:
 - कुल जीवाश्म ईंधन (कोयला सहित) 56.8% है।
 - परमाणु 1.60% है तथा
 - गैर-जीवाश्म ईंधन 41.4% है।

वदियुत शक्ति कैसे संचारित होती है?

- **प्रक्रिया:**
 - वदियुत संचरण में **तीन-चरणों वाला प्रत्यावर्ती धारा परिपथ (AC circuit)** शामिल होता है। प्रत्येक तार एक अलग चरण में AC करंट प्रवाहित करता है। पावर स्टेशन से तारों को ट्रांसफार्मर तक ले जाया जाता है जो उनके वोल्टेज को बढ़ाते हैं।
 - इसका बुनियादी ढाँचा सुरक्षा सुविधाओं से युक्त है, जैसे कि महोर्मा (Surges- उष्णकटबिंदीय चक्रवातों के दौरान समुद्र के स्तर में वृद्धि) के दौरान उच्च धारा को मोड़ने के लिये इंजुलेटर तथा ओवरलोड होने पर सर्किट को डिस्कनेक्ट करने के लिये सर्किट-ब्रेकर मौजूद हैं।
 - इसके अतिरिक्त बजिली गरिने जैसे बाहरी कारकों के कारण होने वाले वोल्टेज के उतार-चढ़ाव को रोकने के लिये ग्राउंडिंग एवं अरेस्टर का उपयोग किया जाता है। डैम्पर कंपन को कम करने में मदद करते हैं जो टावरों की स्थिरता को प्रभावित कर सकते हैं।
- **सबस्टेशन नेटवर्क:**
 - ट्रांसमिशन तार के अंत में विभिन्न प्रकार के **सबस्टेशन मौजूद** होते हैं, जिनमें से प्रत्येक की वदियुत वितरण प्रणाली में एक विशेष भूमिका होती है।
 - कनेक्टर विभिन्न स्रोतों से वदियुत को समेकित करते हैं तथा इसे ट्रांसमिशन सबस्टेशनों तक पहुँचाते हैं।
 - वितरण सबस्टेशन वदियुत लाइनों में वोल्टेज को कम करने तथा घरों एवं व्यवसायों में खपत के लिये वदियुत तैयार करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।
 - ट्रांसमिशन सबस्टेशन हब के रूप में कार्य करते हैं, विभिन्न लाइनों को वलिय अथवा शाखाबद्ध करते हैं व नेटवर्क के भीतर मौजूद समस्याओं का निदान करते हैं।
- **विविध कार्य एवं बुनियादी ढाँचा:**
 - विविध कार्यों को करने के लिये इसके बुनियादी ढाँचे में, इलेक्ट्रिकल इंजीनियरिंग विशेषज्ञता से लेकर उन्नत कम्प्यूटरीकृत संचालन तक, समर्थन प्रणालियों की एक वसित शृंखला शामिल है।
 - महत्वपूर्ण बुनियादी ढाँचे की सुरक्षा के लिये अग्नि से सुरक्षा जैसे सुरक्षा उपाय आवश्यक हैं।

इलेक्ट्रिक ग्रिड कैसे कार्य करता है?

- **ग्रिड संचालन एवं इसके घटक:**
 - **ग्रिड** जटिल प्रणालियाँ हैं जो वदियुत शक्ति के वितरण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। इनमें तीन मुख्य घटक शामिल हैं: **उत्पादन, पारेषण (Transmission) और वितरण।**
 - ट्रांसमिशन घटक वदियुत उत्पादन एवं अंतिम उपयोगकर्ताओं तक वितरण के बीच सेतु का कार्य करता है।
 - कुछ ऊर्जा स्रोत, जैसे कोयले से चलने वाले संयंत्र अथवा परमाणु रिएक्टर, ऊर्जा की निरंतर आपूर्ति कर सकते हैं, जबकि वायु एवं सौर जैसे नवीकरणीय स्रोत अनरिंतर होते हैं।
 - ऐसे मामलों में ग्रिड उपयोगी हो जाते हैं क्योंकि ग्रिड अधिशेष वदियुत को संगृहीत करने तथा मांग आपूर्ति से अधिक होने पर इसे जारी करने के लिये भंडारण सुविधाओं से युक्त होते हैं।
- **ग्रिड लचीलापन/समुत्थानशक्ति और न्यंत्रण:**
 - नेटवर्क के विभिन्न हिस्सों में वफिलताओं को दूरस्रोतों को प्रभावित करने से रोकने के लिये ग्रिड को लचीला/समुत्थानशील होना चाहिये। उन्हें अलग-अलग मांग को पूरा करने और स्थिर एवं विश्वसनीय वदियुत आपूर्ति सुनिश्चित करने हेतु वोल्टेज स्तर का प्रबंधन करने की भी आवश्यकता है जिसमें AC वदियुत धारा को न्यंत्रित करना व पावर फैक्टर में सुधार करना शामिल है।
- **वाइड-एरिया सकिरोनस ग्रिड और चुनौतियाँ:**
 - वाइड-एरिया सकिरोनस ग्रिड एक नेटवर्क है जिसमें सभी संबद्ध जनरेटर एक ही आवृत्ति पर AC करंट उत्पन्न करते हैं। ऐसे ग्रिड का एक उदाहरण उत्तरी चीनी राज्य ग्रिड है जो 1,700 गीगावॉट की क्षमता के साथ विश्व का सबसे शक्तिशाली ग्रिड है। भारत का राष्ट्रीय ग्रिड एक वसित क्षेत्र तुल्यकालिक ग्रिड के रूप में भी कार्य करता है।
 - साझा संसाधनों के कारण इन ग्रिडों को वदियुत की लागत कम करने का लाभ मिलता है, लेकिन स्थानीय वदियुत आपूर्ति वफिलता की स्थिति में व्यापक वफिलताओं को रोकने के लिये उपायों की आवश्यकता होती है।

भारत का इलेक्ट्रिक ग्रिड:

- भारत का वदियुत ग्रिड, जसै **राष्ट्रीय ग्रिड** के रूप में भी जाना जाता है, **एक उच्च वोल्टेज वदियुत ट्रांसमिशन नेटवर्क** है जो देश भर के वदियुत स्टेशनों और प्रमुख सबस्टेशनों को जोड़ता है। यह सुनिश्चित करता है कि भारत में कहीं भी उत्पादित वदियुत का अन्यत्र मांग को पूरा करने के लिये उपयोग किया जा सकता है।
- नेशनल ग्रिड का स्वामित्व और **रखरखाव राज्य के स्वामित्व वाली पावर ग्रिड कॉर्पोरेशन ऑफ इंडिया** द्वारा किया जाता है तथा **राज्य के स्वामित्व वाली पावर सिस्टम ऑपरेशन कॉर्पोरेशन** द्वारा संचालित किया जाता है। यह 31 मई 2023 तक **417.68 गीगावॉट** स्थापित वदियुत उत्पादन क्षमता के साथ विश्व के सबसे बड़े परचालन सकिरोनस ग्रिडों में से एक है।

UPSC सविलि सेवा परीक्षा, वगित वर्ष के प्रश्न

??????????:

Q. भारतीय नवीकरणीय ऊर्जा विकास एजेंसी लिमिटेड (आईआरईडीए) के संदर्भ में निम्नलिखित में से कौन-सा/से कथन सही है/हैं? (2015)

1. यह एक पब्लिक लिमिटेड सरकारी कंपनी है।
2. यह एक गैर-बैंकिंग वित्तीय कंपनी है।

नीचे दिये गए कूट का प्रयोग करके सही उत्तर चुनिये:

- (a) केवल 1
- (b) केवल 2
- (c) 1 और 2 दोनों
- (d) न तो 1, न ही 2

उत्तर: (c)

?????????

Q. "सतत विकास लक्ष्यों (एसडीजी) को प्राप्त करने के लिए सस्ती, विश्वसनीय, संधारणीय और आधुनिक ऊर्जा तक पहुँच अनिवार्य है।" इस संबंध में भारत में हुई प्रगति पर टिप्पणी कीजिये। (2018)