प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान

(परमाणु ऊर्जा विभाग, भारत सरकार का एक सहायता प्राप्त संस्थान)

भाट, गांधीनगर, गुजरात - 382 428

हिन्दी सेमिनार 2018

दिनांक : 17 अप्रैल, 2017

आयोजक

राजभाषा कार्यान्वयन समिति

प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान

हिन्दी सेमिनार 2018

तकनीकी/वैज्ञानिकी विषय पर आयोजित हिन्दी सेमिनार के प्रतिभागियों की सूची

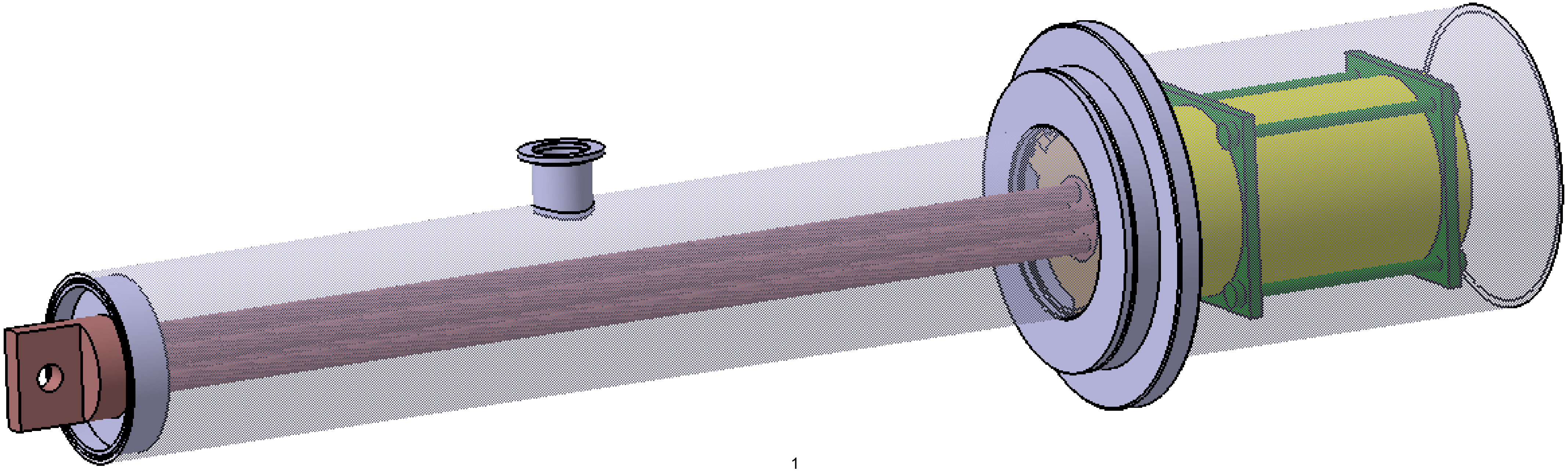
	प्रस्तुतिकर्ताओं के नाम	विषय	पृष्ठ सं.
➢	श्री अतुल गर्ग	एक किलो-ऐम्पियर धारा-दंडिका का पुर्जों सहित डिज़ाइन Design of 1kA current Leads with their components	1
➢	श्री देवेन्द्र मोदी	अग्नि सुरक्षा की आवश्यकता Need of Fire Safety	20
➢	श्री कनुभाई परमार	ई सी आर एच के लिए शक्ति आपूर्ति प्रणाली Electrical Power System for ECRH	65
➢	सुश्री यशश्री पाटिल	वर्ष 2017 तक भारत में परमाणु ऊर्जा का विकास India's progress in Nuclear Energy up to 2017	85
➢	श्री नितिन बैरागी	उच्च ताप अतिचालकों के अनुप्रयोग एवं क्रायोजेनिक आवश्यकताएँ Applications of High Temperature Superconductors and associated Cryogenic requirements	96
➢	श्री राजीव शर्मा	एसएसटी-1 की द्रव नाइट्रोजन वितरण प्रणाली के थर्मल निष्पादन में वृद्धि Thermal Performance Enhancement of Liquid Nitrogen Distribution System of SST-1	117
➢	श्री अमूल्य कुमार	व्हिस्लर तरंगें Whistler waves	140
➢	श्री रितेश सुगंधी	मोडबस धारावाहिक संचार तकनीक Modbus serial communication technique	153

एक किलो-ऐम्पियर धारा-दंडिका का पुर्जों सहित डिज़ाइन
(Design of 1 kA current Lead with their components)

अतुल गर्ग एवं डा. विपुल तन्ना

प्रस्तुत कर्ता: अतुल गर्ग

एस. एस. टी.-1 क्रायोजनिक प्रभाग



रूप-रेखा (Index)

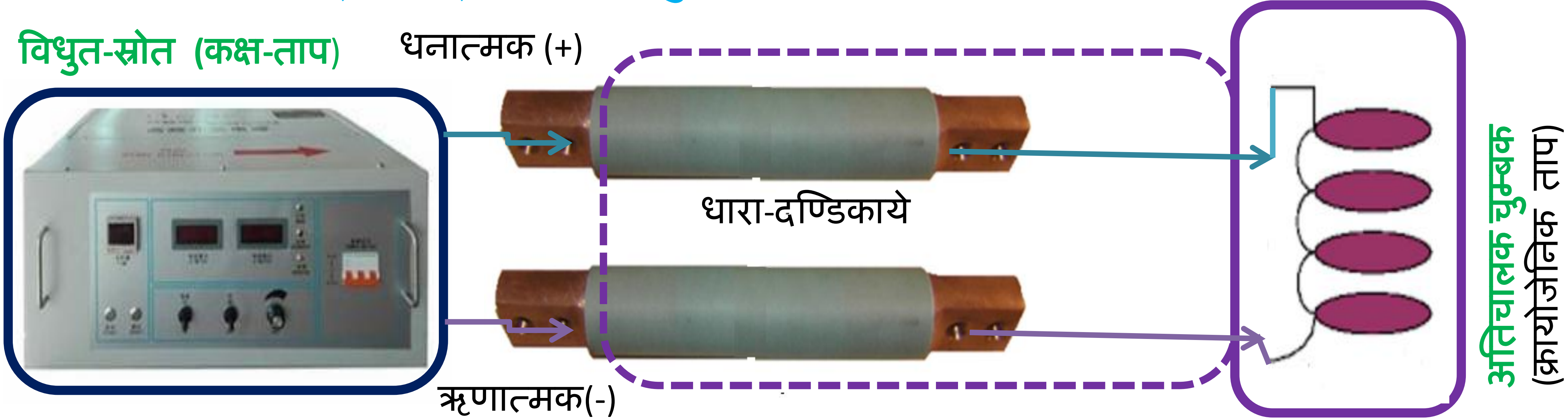
- प्रस्तावना
- धारा-दंडिका का सैद्यान्तिक एवं मौलिक डिज़ाइन (Conceptual Design)
- डिज़ाइन हेतू आवश्यक इनपुट अथवा निर्देश (Design Input/Directions)
- धातु-चयन हेतू मानदण्ड (Material Selection Criteria)
- धारा-दंडिका डिज़ाइन हेतू गणनाएँ एवं विश्लेषण (Design Calculations & Analysis)
- क्रायोजनिक शीतलन (Cryogenic Cooling)
- पुर्जों का डिज़ाइन एवं ऐसेम्बली (Design of components and Assembly)
- सारांश (Summary)

धारा-दंडिका का परिचय (Introduction)

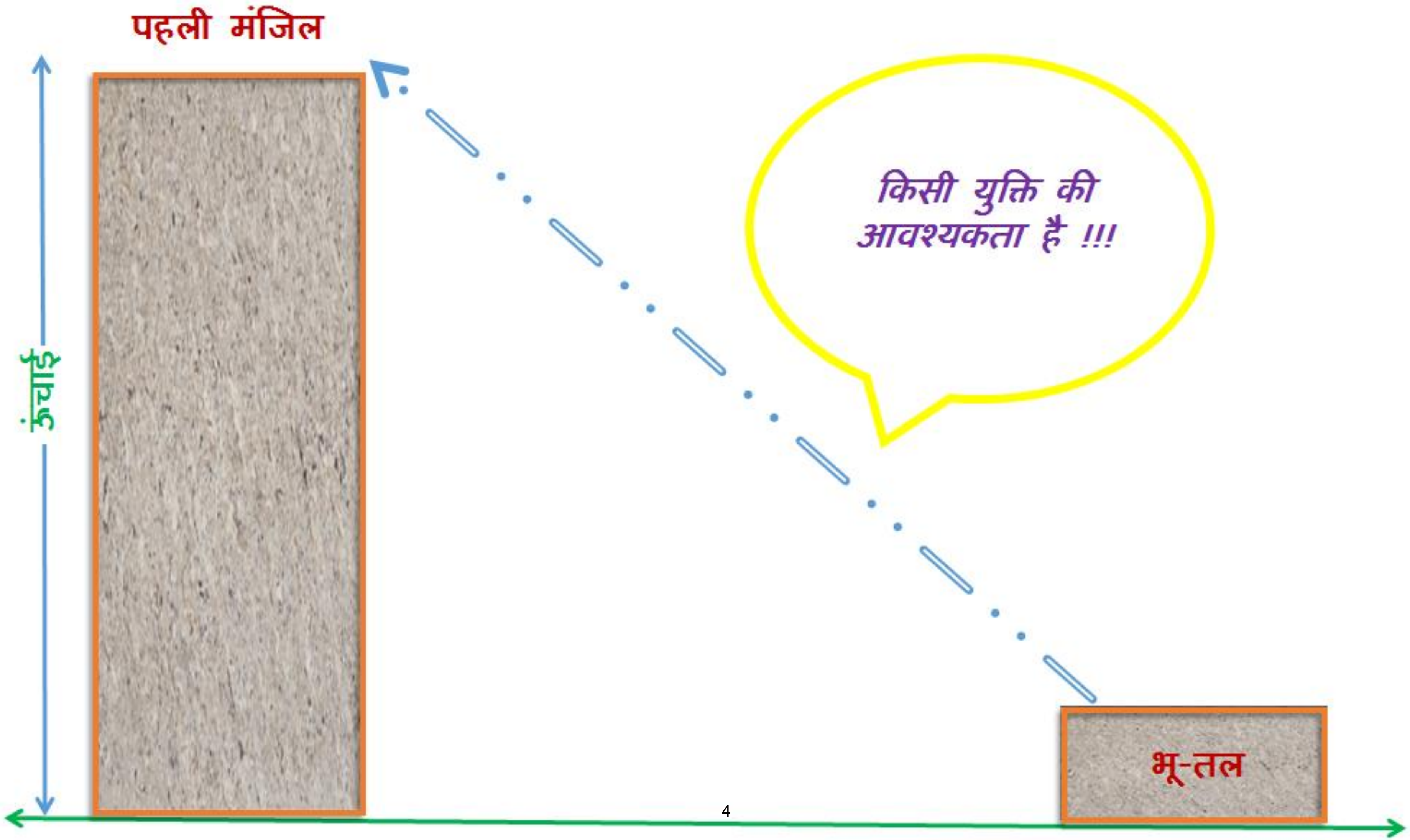
❖ धारा-प्रवाह के दौरान, अतिचालक चुम्बकें क्रायोजेनिक ताप (≤ 123 केल्विन) पर, परन्तु विद्युत-आपूर्ति स्रोत, कक्ष-तापक्रम (~ 300 केल्विन) पर

❖ परिणामस्वरुप, इस बड़े तापांतर से चुम्बकों पर ऊष्मीय-भार का स्थापन

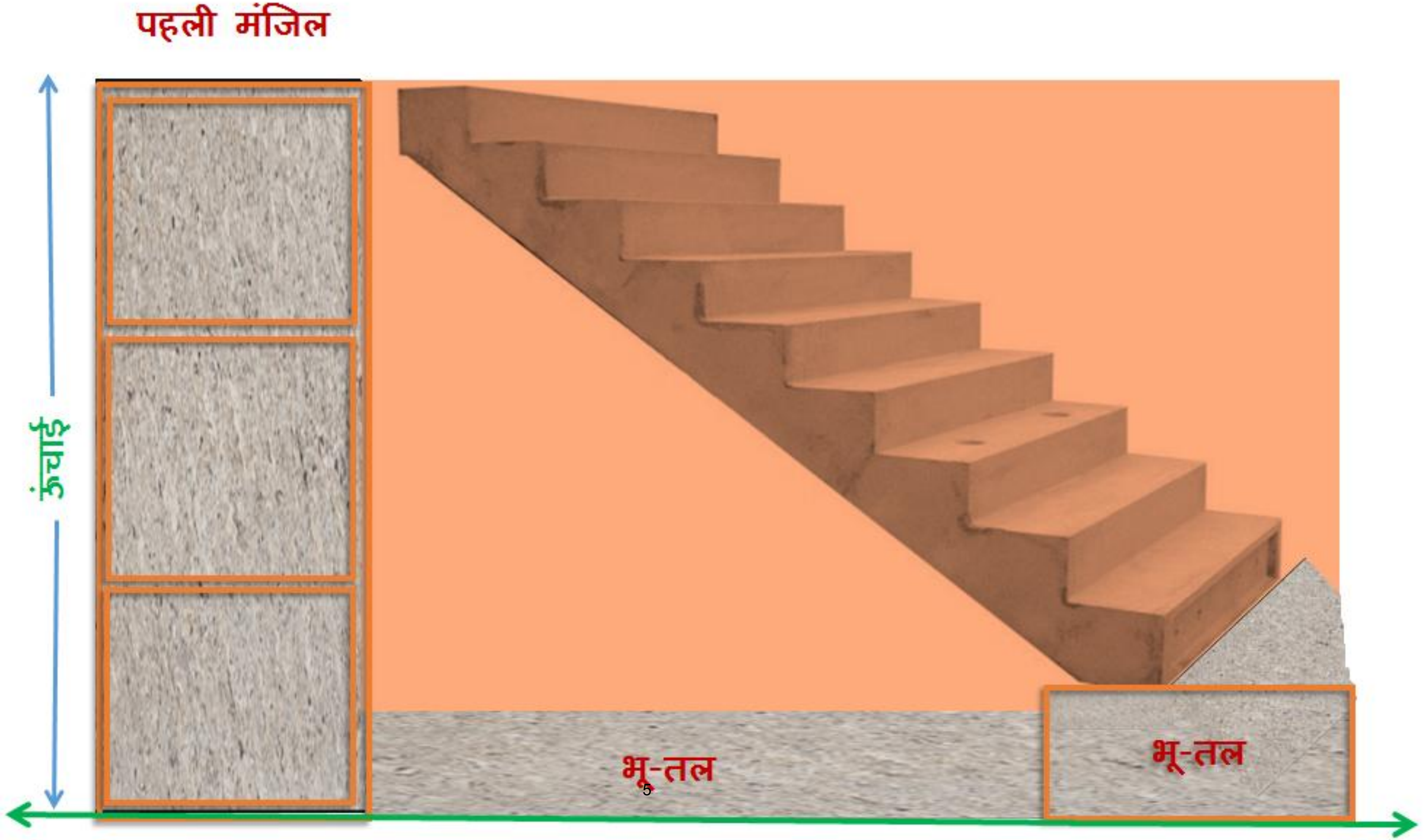
❖ इस ऊष्मा क्षतिपूर्ति हेतू मध्यवर्ती युक्ति यानि **धारा-दंडिका की** आवश्यकता



धारा-दंडिका की आवश्यकता : *सरल उपमा*
Current Leads: Analogy



धारा दंडिका: *विद्युत-स्रोत व अतिचालक चुम्बकों के मध्य सीढ़ी/सेतु (Current Lead act as Ladder/bridge)*



डिज़ाइन-सिद्धांत (Design Principles)

- **धारा-दंडिका में ऊष्मीय प्रभार**

➢ ऊष्मीय-चालन प्रभार (Q_c) (Thermal conduction) : कक्ष-ताप के कारण

➢ जूल-ऊष्मा (Joule heat) : धारा-प्रवाह से उत्पन्न (Q_j) [due to current]

- **ऊष्मीय प्रभार-संतुलन**

कोल्ड पॉवर (क्रायोजेन-प्रवाह) = जूल ऊष्मीय (Q_c) + ऊष्मीय चालन प्रभार (Q_j)

अर्थात, ऊष्मीय संतुलन समीकरण → $[Q_c + Q_j = \dot{m}.\, C_p.\, \Delta T]$

धारा-दंडिका डिजाइन हेतू इनपुट पैरामीटर
(Input Parameters for design of Current Lead)

- **अधिकतम धारा**: 1 किलो ऐम्पेयर
- **परिचालन दशा**: स्थिर-अवस्था में निरंतर (steady state continuous operation)
- ओरिएंटेशन : क्षैतिज (horizontal)
- शीतलन-विकल्प: शुष्क धारा-दंडिका, अर्थात कन्डकशन-कूल्ड को वरीयता
- **ताप-प्रवणता**: ~55-65K (अतिचालक भार) से 300K
- सम्पूर्ण लंबाई < 1 मीटर
- **क्रायोजेनिक स्रोत**: **हीलियम सर्कुलेशन आधारित क्रायोकूलर प्रणाली (< 55K)**

धातु-चयन/मानदण्ड (Material Selection Criteria)

ऊष्मीय-विनिमायक हेतू

I) विचारणीय गुण: ऊष्मीय-प्रभार कम करने के उद्देश्य से

- ❑ **निम्न विद्युत प्रतिरोधकता (ρ)**
- ❑ **निम्न ऊष्मीय चालकता (K)**

टिप्पणी: विदि्जयामन-फ्रेंज नियम (**Wiedemann–Franz law**): $K(T).\rho(T)=L_0 T$

T= तापक्रम, L_0 =लोरेंज संख्या $K \propto 1/\rho$, *ये दोनों गुण एक पदार्थ में असंभव*

समाधान: क्रायोजनिक के मद्देनजर

- ➢ **अधिक परिचालन अवधि (धारा-प्रवाह)**: उच्च विद्युत-चालक युक्त धातु वरीयता
- ➢ **कम अपरिचालन अवधि (क्रायो-दशा व शून्य धारा)/स्टैंड-बाई मोड** : उच्च ऊष्मीय प्रतिरोधी धातु वरीयता [अपेक्षाकृत कम ऊष्मीय-रिसाव-दर (heat dissipation)]

धातु-चयन.....
(Material Selection....)

II) क्रायोजेनिक शीतलक-प्रवाह में अवरोध (LOFA): उच्च बर्न-आउट अवधि प्राप्ति हेतू

- उच्च विशिष्ट ऊष्मा (C_p)

- उच्च रिक्रिस्टलाइजेशन तापमान (High Recrystalization Temperature) :

- *क्रायोजेनिक में, विभिन्न तापक्रमों पर पदार्थों गुणों की संख्या (value) में अस्थिर*

1 कि. ऐम्पियर धारा-दंडिका हेतू धातु-चयन
(Material Selection for 1kA CCCL)

ऊष्मीय विनिमायक **हेतू धातु-चयन:** निम्न बिंदुओं पर विचार

*लागत/कीमत *विद्युत-प्रतिरोधकता *ऊष्मीय-चालकता *संधि-निर्माण *क्रायोजनिक व निर्वात

सक्षम धातुएँ: 1. कॉपर 2. पीतल (ब्रास) 3. एल्युमीनियम

पीतल: अ) ऊष्मीय प्रतिरोधकता व विद्युत प्रतिरोधकता अधिक
धारा दंडिका का परिचालन समय अपेक्षाकृत अधिक होने के कारण अनुपयुक्त

एल्युमीनियम: मध्यम ऊष्मीय व विद्युत-प्रतिरोधकता, कम घनत्व/वजन

कॉपर–ऊष्मीय प्रतिरोध व विद्युत-प्रतिरोध कम

यद्यपि, तीनों धातुओं के लिए आकलन/गणना की गयी

कंडक्शन कूल्ड धारा दंडिका का डिजाइन (Design:Conduction Cooled Current Lead)

शेप-फैक्टर (आकृति-कारक)

$$\xi_{op} = \left(\frac{I_t \ell}{A}\right)_{op} = \sqrt{\frac{2\tilde{k}(T_\ell - T_0)}{\tilde{\rho}}}$$

- कंन्डकशन ऊष्मीय प्रभार (Q_c) =∫K dT. (A/L)
- जूल-ऊष्मीय प्रभार (Q_J) = I^2. R_{avg}
- कुल ऊष्मीय प्रभार = $Q_c + Q_J$

धारा दंडिका/ऊष्मीय विनिमायक

की लंबाई के संगत तापमान

$$T(z) = -\frac{\tilde{\rho} I_t^2}{2A^2\tilde{k}} z^2 + \left[\frac{(T_l - T_0)}{\ell} + \frac{\tilde{\rho}\ell I_t^2}{2A^2\tilde{k}}\right] z + T_0$$

कंडक्शन कूल्ड धारा दंडिका का डिजाइन (Design:Conduction Cooled Current Lead)

- कक्ष-ताप से कम ताप पर अल्प-ताप परिवर्तन से धातु गुण-राशियों में विचारणीय परिवर्तन
- तदनुसार, कक्ष-ताप (300 K) से 65 K तक चयनित धातुओं की प्रयुक्त गुण-राशि, **ΔT =3K** [2]
- ऊष्मीय चालन प्रभार के आकलन हेतू इस ताप प्रवणता पर ऊष्मा-प्रतिरोधकता का समाकलन

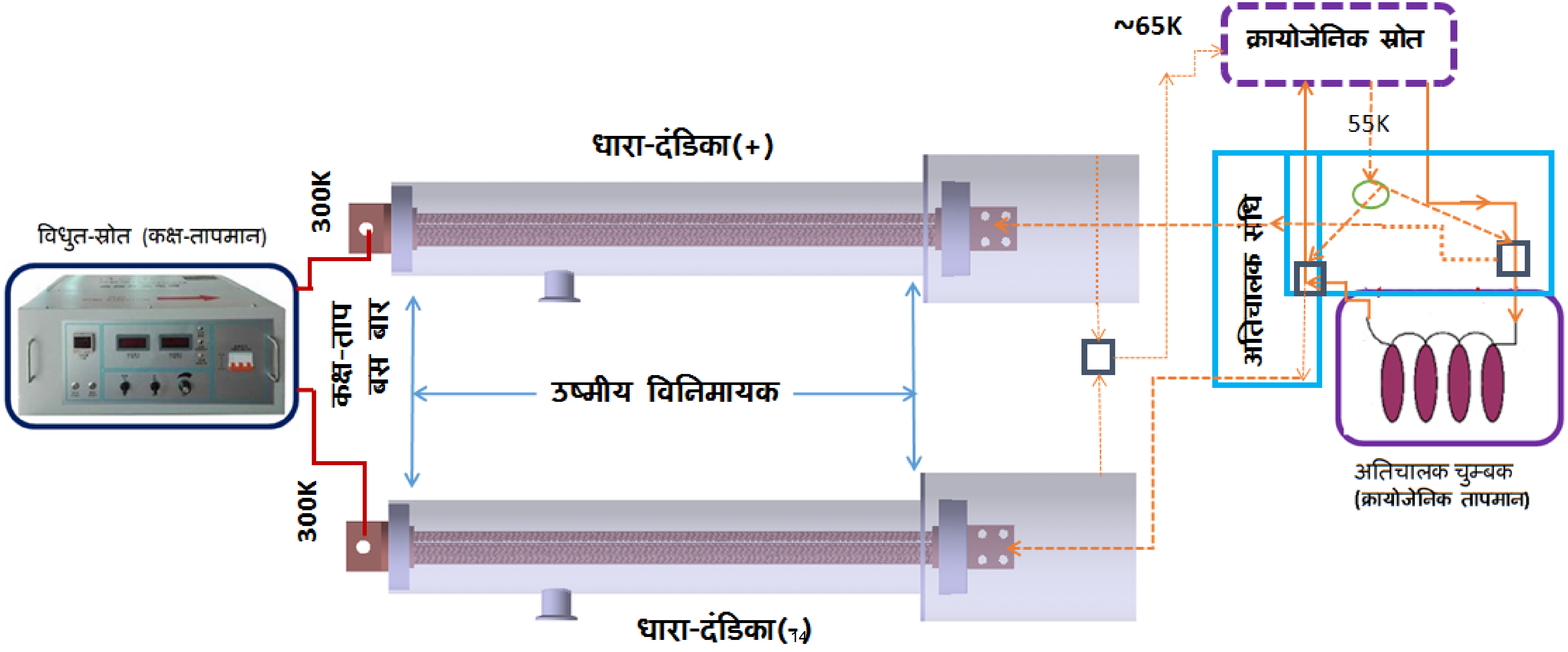
धातु	**औसत विद्युत-प्रतिरोधकता (ρ)** (nΩ-मीटर) **(300K-65K)**	**समाकलित ऊष्मा-संचालकता- ∫KdT** (वाट/मीटर) **(300K-65K)**	**विशिष्ट-ऊष्मा (Cp) 300 K** (जूल/किग्रा-कैल्विन)	**घनत्व** (ग्रा/सेमी ^{3})
कॉपर	9.49	1.01E+05	386	8.96
ब्रास (पीतल) CuZn20	45.45	2.50E+04	380	8.5
एलुमिनियम	14. 07	6.09E+04	902	2.7

1 कि.ऐ. धारा-दंडिका हेतू गणनाएं/आकलन (Design Calculations of 1kA CCCLs)

आउटपुट पैरामीटर	कॉपर	ब्रास/पीतल	ऐलुमिनियम
शेप फैक्टर (ऐ./मी.)	4.62E+06	1.05E+06	3.79E+06
अनुप्रस्थ काट-क्षेत्रफल (मिमी^{2})	108.34	476.38	131.95
द्रव्यमान (ग्रा.)	485.4	2134.2	178
विभव-पतन (मिली वोल्ट)	43.80	47.70	53.35
विद्युत प्रतिरोध (μΩ)	43.8	47.7	53.4
कंडकशन ऊष्मीय प्रभार (वाट)	22	24	16
जूल ऊष्मीय प्रभार (वाट)	44	48	54
कुल ऊष्मीय प्रभार (वाट)	66	72	70
क्रायोजेनिक खपत (ग्रा./से.)	1.26	1.38	1.34
बर्न-आउट समय (से.) 200 ^{0}C	740	2941	521
तार-संख्या (0.83 मिमी व्यास)	200	881	244

धारा-दंडिकाओं का शीतलन परिपथ
(Schematic cooling of 1kA CCCLs)

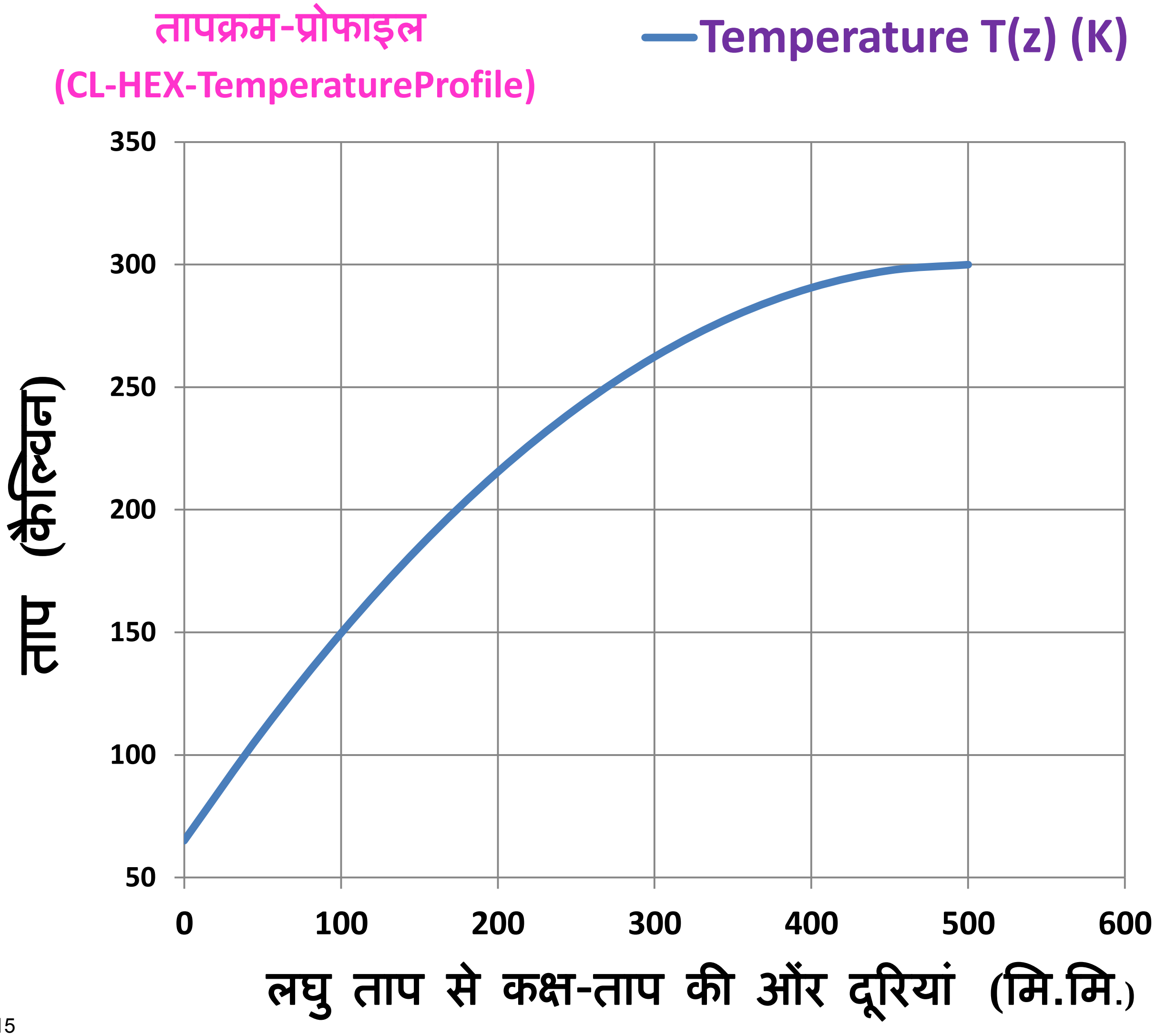
- एक किलो एम्प्येर धारा दंडिका के शीतलन : कंडक्शन कूल्ड विकल्प का चयन



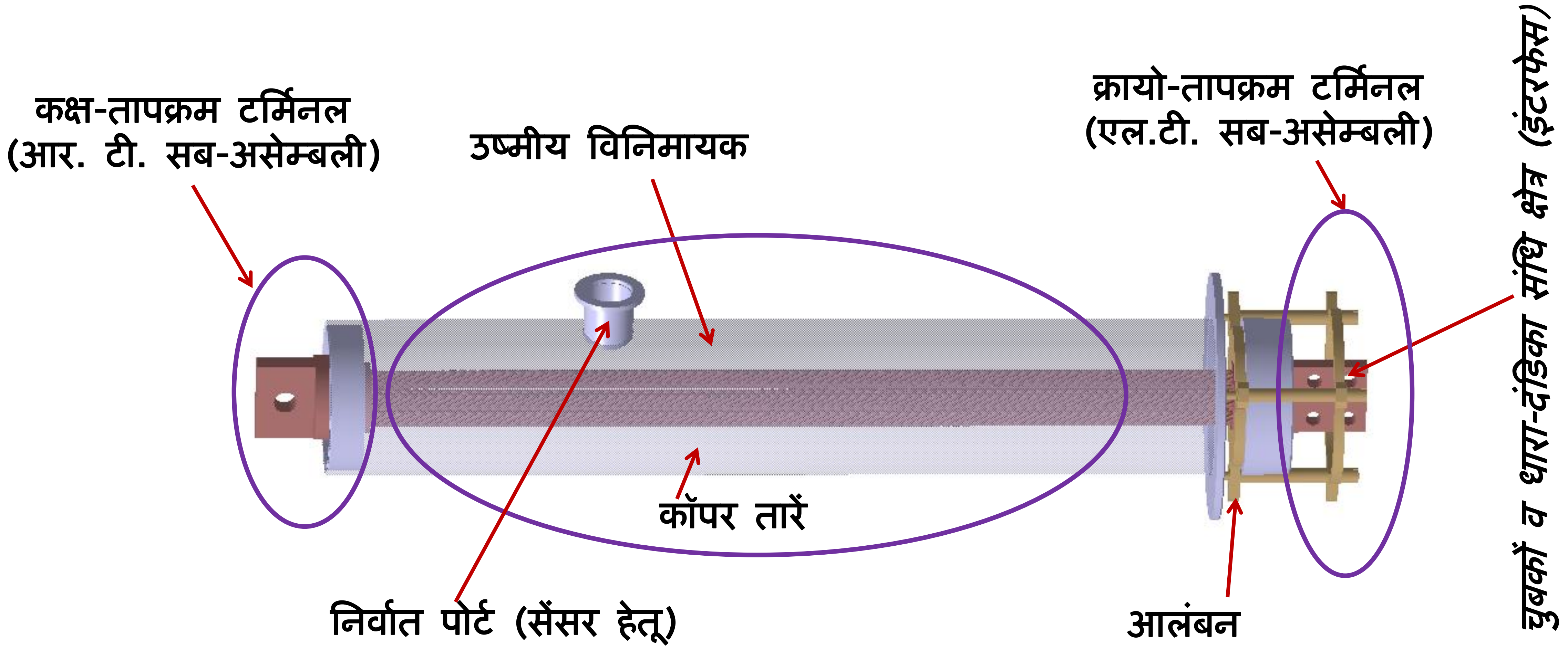
ऊष्मा-विनिमायक: तापक्रम विभाजन
(Heat Exchanger:Temperature Distribution

धारा दंडिका/ऊष्मीय विनिमायक में किसी बिंदु पर तापमान की स्थिति

$$T(z) = -\frac{\tilde{\rho} I_t^2}{2A^2\tilde{k}} z^2 + \left[\frac{(T_l - T_0)}{\ell} + \frac{\tilde{\rho}\ell I_t^2}{2A^2\tilde{k}}\right] z + T_0$$

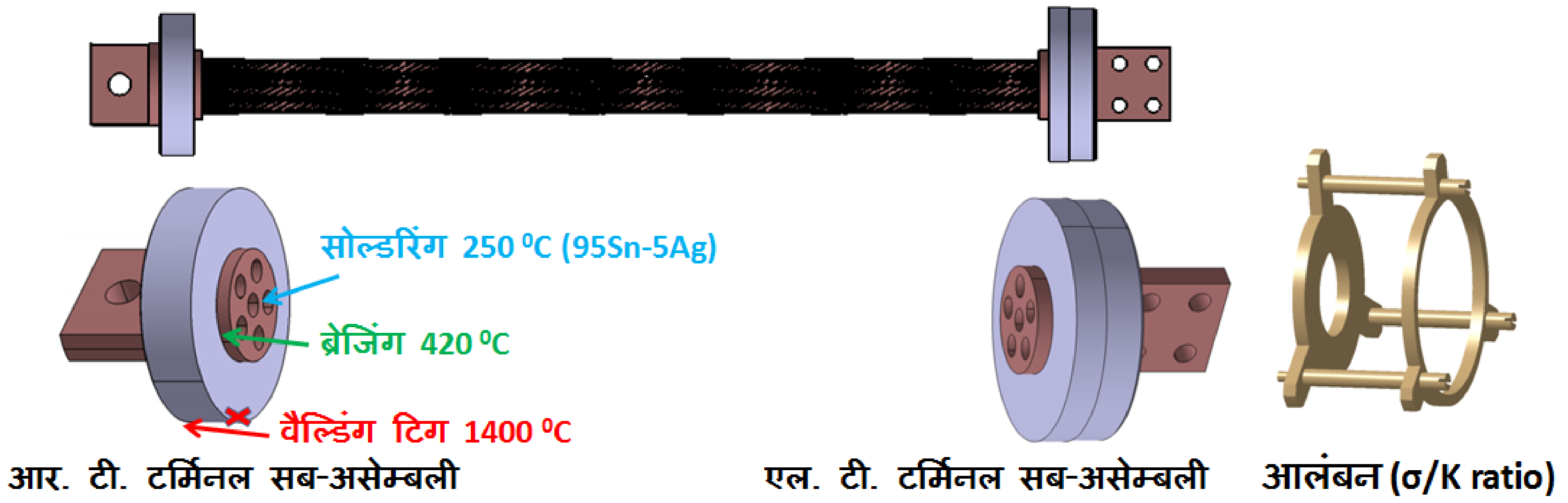


धारा-दंडिका के मुख्य पुर्जे
(Main Parts of Current Lead)



धारा दंडिका के पुर्जों एवं ऐसेम्बली का डिजाईन
(Components Design for Assy and Fabrication)

धारा-दंडिका में विभिन्न 03 प्रकार की संधियां: विभिन्न विनिर्माण तापक्रम/गलनांक बिंदु



- छिद्र सं. व साईज
- धारा घनत्व
- उपयुक्त औजार अवकाश (Tool-clearanance)
- निम्नतम वजन एवं आकार
- फ्रौस्ट रहित (Frost free)

- विभिन्न गलन बिंदुओं के कारण, संधियां-निर्माण अनुक्रम डिजाईन चरण में तय
- क्योंकि, उच्च-ताप निर्माणाधीन संधि निम्न-ताप निर्मित संधि को अप्रभावी करेगी
- अन्यथा, दो संधियों के मध्य उपयुक्त दूरी(अंतराल) आवश्यक
- यदि पूर्वनिर्मित संधि का गलनांक, दूसरी संधि निर्माण हेतू संधि-निर्माण-तापक्रम से कम

सारांश
(Summary)

- 1 कि. ऐ. धारा-दंडिका का इष्टतम डिज़ाइन करने का प्रयास
- इष्टतम डिज़ाइन हेतू उपयुक्त धातुओं के गुणों के अध्ययन एवं आकलन से, धारा-दंडिका कि परिचालन-लागत कम की गई है !
- धारा-दंडिका के ऊष्मा-विनिमायक का साइज़, भार, बर्न-आउट टाईम, विभव-पतन आदि की गणनाएँ व विश्लेषण किया, यद्यपि क्रायोजन कूलिंग प्रणाली का विस्तृत डिज़ाइनिंग शेष
- पुर्जों का डिज़ाइन विनिर्माण द्रष्टि से सरलता, उलब्धता के आधार पर किया गया है
- पुर्जों/असेम्बली डिज़ाइन में विभिन्न संधियों की स्थितियां/दूरियाँ, उनके गलनांक बिंदुओं पर विचार करते हुए किया गया
- पुर्जों/असेम्बली डिज़ाइन के दौरान उपयुक्त असेम्बली क्रम का ध्यान रखा गया
- एक युग्म धारा-दंडिकाओं के पुर्जों का निर्माण प्रायोगिक तौर पर शुरू

धन्यवाद

अग्नि सुरक्षा की आवश्यकता
Need of Fire Safety

अप्रैल 17, 2018

देवेन्द्र मोदी

भारत सरकार / Government of India
परमाणु ऊर्जा विभाग / Department of Atomic Energy
सचिवालय समन्वय अनुभाग / Secretariat Coordination Section

अणुशक्ति भवन / Anushakti Bhavan,
छत्रपति शिवाजी महाराज मार्ग / C.S.M. Marg,
मुंबई / Mumbai - 400 001
इ-मेल / Email: sectcord@dae.gov.in

No.GF/27-SCS/3402. *Dated: 14-03-2018*

पृष्ठांकन / ENDORSEMENT

विषय /: Subject: Observance of Fire Service Week Commencing 14th April, 2018.

***

उपरोक्त विषय पर गृह मंत्रालय, नई दिल्ली से प्राप्त दिनांक 16-02-2018 के पत्र संख्या VI-32013/1/18-DGCD (F) की एक प्रति सूचना एवं आवश्यक कार्रवाई हेतु अग्रेषित है ।

A copy of Letter No.VI-32013/1/18-DGCD (F) dated 16-02-2018 received from Ministry of Home Affairs, New Delhi on the above mentioned subject is forwarded for information and necessary action.

संलग्न : यथोपरि / Encl.: As above

14/03/18

(न. ज. खानविलकर / N. J. Khanvilkar)
अनुभाग अधिकारी / Section Officer
(022 – 22862661)

पऊवि के सभी संघटक इकाईयों / सार्वजनिक क्षेत्र के उपक्रमों / सहायता प्राप्त संस्थानो के प्रशासनिक प्रधान ।
All Administrative Heads of Constituent Units / PSUs / Aided Institutions of DAE.

प्रतिलिपि / Copy also to:
Under Secretary (Admn.), DAE for further necessary actions in respect of DAE Secretariat.

पऊवि के सभी अधिकारी एवं अनुभाग / All Officers & Sections in DAE Secretariat.

गार्ड फाइल संख्या / Guard File No. 27/SCS.

No. VI-32013/1/18-DGCD (F)
Government of India
Ministry of Home Affairs
Directorate General Fire Service, Civil Defence & Home Guards
(Fire Cell)
****

East Block - VII, Level – 7,
R. K. Puram, New Delhi-110066
Dated the 16th February, 2018

To

The Chief Secretaries of all States/UTs.

Subject: **Observance of Fire Service Week Commencing 14th April, 2018.**

It is proposed to observe Fire Service Week from 14th April, 2018 to enhance general public awareness about the necessity of minimizing losses due to fire. 14th April will also be observed as "MARTYR'S DAY" to pay homage to those brave firefighters who sacrificed their lives while discharging their duties.

2. **HOMAGE TO MARTYRS**

It has been decided in the DGPs and IGPs conference the Fire Service Organizations must organize the functions on Martyrs Day each year at the local schools where the martyr had studied to pay homage to them, so as to inspire the younger generations. Students from the School/Colleges should also speak on the life history and valour of martyr during the occasion. You may identify the Martyrs, their school, villages, families etc. and organize the function. The family members/relatives of the martyrs may also be invited. It is requested to organize the function in a befitting manner and compliance report be sent.

3 **THEME FOR PUBLICITY**

"Fire loss is National Loss - Let us adopt Fire Safety Measures"

"आग से हानि राष्ट्रीय नुकसान - आइए मिलकर अग्नि सुरक्षा उपायों को अपनायें"

Contd.....P/2

परिचय

14 अप्रैल, 1944 को मुम्बई बंदरगाह में फोर्टस्टीकेन नामक मालवाहक जहाज जिसमें रूई की गांठें, विस्फोटक एवं युद्ध उपकरण भरे हुए थे, में अकस्मात आग लग गयी थी। आग को बुझाते समय जहाज में विस्फोटक सामग्री होने के कारण 66 अग्निशमन कर्मी आग की चपेट में आकर वीरगति को प्राप्त हुए थे। इन बहादुर अग्निशमन कर्मियों की स्मृति में प्रत्येक वर्ष 14 अप्रैल को अग्निशमन दिवस मनाया जाता है।

परिचय

अग्निशमन सप्ताह के अंतर्गत नागरिकों को अग्नि से बचाव तथा सावधानी बरतने के सम्बंध में जागृत करने के लिए विभिन्न कार्यक्रमों का आयोजन किया जाता है। अग्नि सुरक्षा सप्ताह का उद्देश्य नागरिकों को अग्निकांडों से होने वाली क्षति के प्रति जागरूक करना तथा अग्निकांडों को रोकने एवं अग्नि से बचाव के उपायों के संबंध में शिक्षित करना है।

हर वर्ष गृह मंत्रालय,भारत सरकार प्रचार के लिए एक विषय(थीम) का निर्णय करती है। इस वर्ष का विषय है,

“आग से हानि राष्ट्रीय नुकशान –
आइए मिलकर अग्नि सुरक्षा उपायों को अपनायें।”

“Fire Loss is National Loss –
Let us adopt Fire Safety Measures.”

आग की घटनाएं

भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र की प्रयोगशाला में आग; 2 शोध छात्रों की मौत

दिसम्बर 29, 2009

Fire in N-hub: 2 researchers burnt alive in BARC lab

दिसम्बर 29, 2009

मुंबई मंत्रालय में आग; तीन लोगों की मौत
जुन 22,2012

एएमआरआई(AMRI) अस्पताल की आग में 89 लोगों की मौत; बोर्ड के छह सदस्यों गिरफ्तार

दिसम्बर 9, 2011

भुवनेश्वर के एसयूएम अस्पताल की आग में 22 लोगों की मौत

अक्टूबर 17, 2016

साल(SAL)अस्पताल में आग, 100 से अधिक निकाले गए (evacuated)

मई 17, 2017

आग से दिल्ली का नेशनल म्यूजियम ऑफ नेचुरल हिस्ट्री (NMNH) नष्ट

अप्रैल 26, 2016

नॉर्थ ब्लॉक में आग; महत्वपूर्ण दस्तावेज नष्ट

जुन 24, 2012

चंडीगढ़: सेक्टर 17-बी में सरकारी कार्यालय की इमारत में आग; रिकॉर्ड नष्ट

जुलाई 03, 2017

45 કોમ્પ્યુટર્સ ખાખ | અમદાવાદ ફાયર બ્રિગેડનાં 10 વોટર બ્રાઉઝર કામે લાગ્યા : 4 કલાકે આગ કાબુમાં આવી

ભાટ અમુલ ડેરીમાં આગ લાગતા જંગી નુકસાન

ગાંધીનગર: ગાંધીનગર-અમદાવાદ હાઈ-વે પર આવેલા ભાટ પાસે આવેલી અમુલ ડેરીની વહીવટી કચેરીમાં શુક્રવારની મોડીરાત્રે અચાનક આગ ભભુકતા દોડધામ મચી ગઈ હતી. અમદાવાદ ફાયર બ્રિગેડ દોડી આવી હતી અને 4 કલાકની જહેમત બાદ આગ કાબુમાં આવી હતી. શોક સર્કીટનાં કારણે આગ લાગી હોવાનું મનાઈ રહ્યુ છે. આગનાં આ બનાવમાં 45 જેટલા કોમ્પ્યુટર્સ તથા મહત્વનાં દસ્તાવેજો બળીને ખાખ થઈ ગયા હતા. આગનું કારણ જાણવા એફએસએલની મદદ લેવાઈ છે.

ડેરીના મહત્વનાં દસ્તાવેજો બળીને ખાખ થઈ ગયા : આગનું કારણ જાણવા એફએસએલની મદદ લેવાઈ: ભારે અફરાતફરી

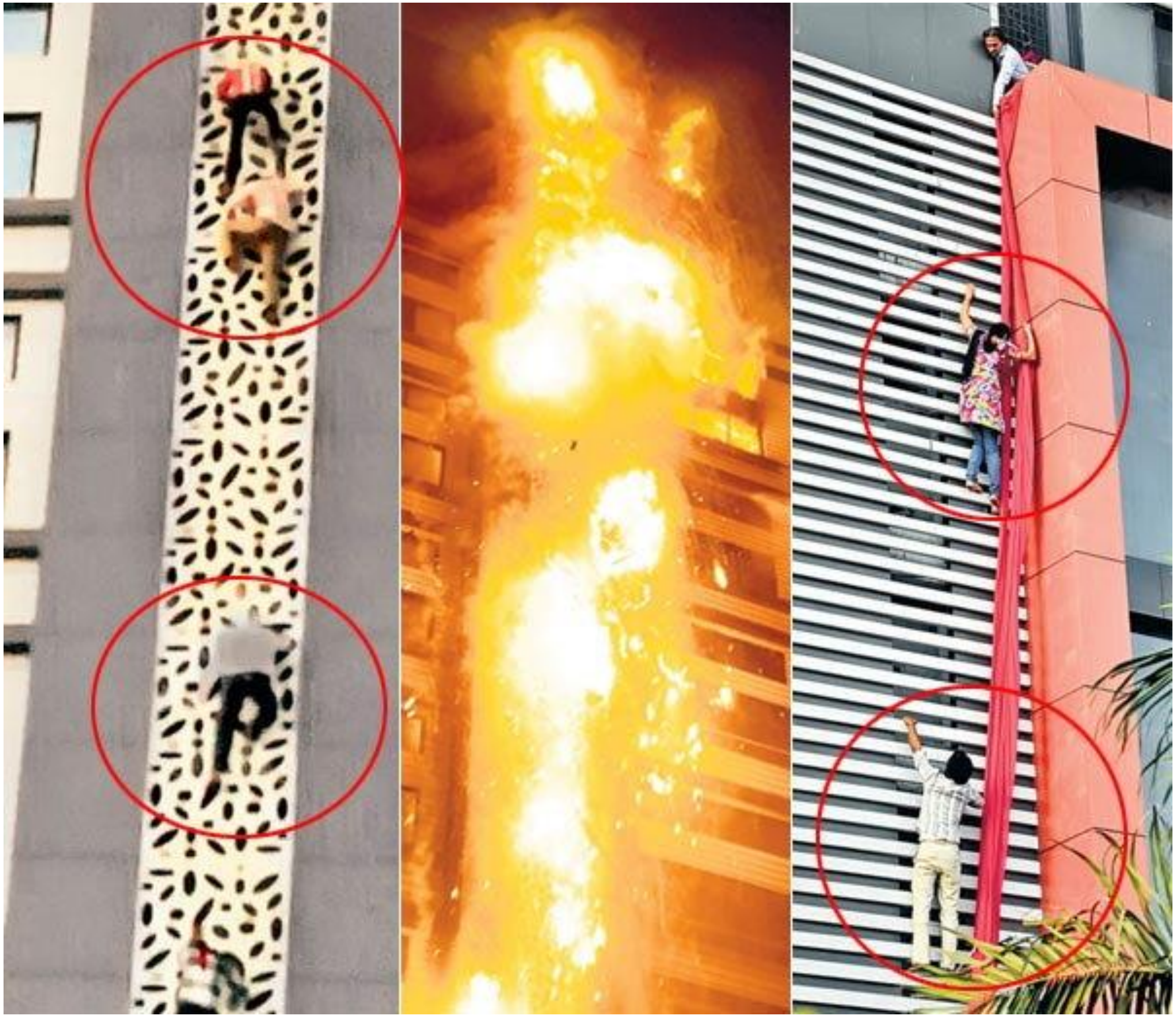
અડાલજ પોલીસ સ્ટેશનમાં અમુલ ડેરીનાં ઈન્ચાર્જ જનરલ મેનેજર અનિલકુમાર બાપાણી દ્વારા રાત્રે આ બનાવ અંગે જાણવા જોગ નોંધાવવામાં આવી હતી. પોલીસનાં જણાવ્યાનુંસાર શુક્રવારની રાતે 10 વાગ્યા બાદ વહીવટી ઓફિસનાં મકાનમાં અચાનક આગ લાગી હતી. આગ લાગ્યાની જાણ થયા બાદ ફાયર સેફ્ટીનાં હાથવગા સાધનોથી કાબુમાં થઈ શકે તેવુ ન લાગતા ફાયર બ્રિગેડને જાણ કરવામાં આવી હતી. અમદાવાદ ફાયર બ્રિગેડ તથા નરોડા ફાયર બ્રિગેડ દ્વારા દોડી આવીને કામગીરી શરૂ કરી દેવામાં આવી હતી. આખરે રાત્રે 2 વાગ્યાનાં અરસામાં આગ પર કાબુ મેળવી શકાયો હતો. આ બનાવની જાણ અડાલજ પોલીસની કોબા ચોકીનાં સ્ટાફને થતા અમરતભાઈ રાઠોડ સ્ટાફ સાથે સ્થળ પર દોડી ગયા હતા. આગ લાગવાનું ચોક્કસ કારણ સામે આવી શક્યુ નથી. પરંતુ શોક સર્કિટનાં કારણે લાગી હોવાની શકયતા છે. આગનું કારણ જાણવા માટે એફએસએલની મદદ પણ લેવામાં આવી છે. સુત્રોનાં જણાવ્યાનુંસાર આગમાં 45 જેટલા કોમ્પ્યુટર્સ, ફર્નીચર, વર્ષોથી સાચવી રાખવામાં આવેલા મહત્વનાં દસ્તાવેજી રેકર્ડ તથા અન્ય વિજ ઉપકરણો બળીને ખાખ થઈ ગયા હતા. આગનાં કારણે થયેલા નુકશાનનો ચોક્કસ આંકડો જાહેર થયો નથી. પરંતુ રૂ. 1 કરોડની આસપાસનું નુકશાન અંદાજવામાં આવી રહ્યુ છે.

ભાટ પાસે આવેલી મધર ડેરીમાં શુક્રવારે મોડીરાત્રે આગ લાગતા વ્યાપક નુકશાન થયું હતું.

सुरत के लेन्डमार्क टेक्सटाइल मार्केट में आग।

जान बचाने के लिए कई लोग नीचे कूदे। इनमें से एक व्यक्ति की मौत हो गई वहीं 22 लोग घायल हुए।

अप्रैल 24, 2014



लंडन के ग्रेनफेल टॉवर में आग,67 मरे

जुन 14, 2017

आई.ओ.सी.,जयपुर फायर – 2009,12 लोग मरें,300 जखमी

आई.ओ.सी.,जयपुर फायर – 2009

कुल नुकसान 60 मिलियन US डॉलर
60,000 KL ईंधन को जलाने की अनुमति
पर्यावरण पर प्रभाव!!!!

आग के आँकड़े

आग की घटनाएं (2010 से 2014)   1,20,000 से अधिक

आग से मौतें (2010 से 2014)   1,13,961

भारत में लगभग रोजाना 62 मौतें आग से होती है।

आग के कारण आर्थिक नुकसान

आग से होने वाले आर्थिक नुकसान पर भारत में कोई व्यापक डेटा उपलब्ध नहीं है। हालांकि, एक अनुमान के मुताबिक वर्ष 2013-2014 में भारतीय बीमा कंपनियों द्वारा की गई प्रमुख हानियों से पता चलता है कि लगभग 45% दावों की वजह आग लगना था।

भारत में आपदाओं की लागत प्रति वर्ष 10 अरब अमेरिकी डॉलर की है: संयुक्त राष्ट्र रिपोर्ट

आग लगने के संभवित कारण

- विद्युत विफलता (Electrical failure)
- कटिंग और वेल्डिंग (Cutting and welding)
- लापरवाही (Carelessness)
- खराब हाउसकीपिंग (Poor housekeeping)
- धूम्रपान (Smoking)
- तोड़-फोड़ (Sabotage)

आग के प्रसार के कारण

आग के प्रसार के कारण

आग के प्रमुख परिणाम (Consequences due to fire)

- जान गंवाना (Loss of life)
- ज़ख्म/चोटों (injuries)
- फ्लोरा/पशुवर्ग को नुकसान (Damage to Flora/ fauna)
- पर्यावरण प्रभाव (Environmental Impact)
- वित्तीय क्षति/आर्थिक नुकसान (Financial losses)

क्या इन नुकसानों को रोका जा सकता है?

रोकथाम इलाज से बेहतर है|

Prevention is better than Cure.

आग को रोकने के उपायों

- फिजिकल संरक्षण (Physical Protection)
- प्रक्रियात्मक संरक्षण (Procedural Protection)
- शैक्षिक संरक्षण (Educational Protection)

फिजिकल संरक्षण(Physical Protection)

- सुसंगत मानकों और संहिताओं (कॉड्स) का कठोर अनुसरण
- अंतर्निहित (ईन बिल्ट) सुरक्षा प्रणाली
- निष्क्रिय अग्नि संरक्षण प्रणाली (पेसिव फायर प्रोटेकशन सिस्टम)
- सक्रिय अग्नि संरक्षण प्रणाली (एक्टिव फायर प्रोटेकशन सिस्टम)
- स्वचालित अग्नि संरक्षण प्रणाली (ओटोमेटिक फायर प्रोटेकशन सिस्टम)

प्रक्रियात्मक संरक्षण(Procedural Protection)

- आग आपातकालीन योजना (फायर ईमरजेंसी प्लान)
- आपदा प्रबंधन योजना (डिजास्टर मेनेज्मेंट प्लान)
- नियत कालीन सेफ्टी ओडिट
- सुरक्षा सर्वेक्षण का आयोजन
- वर्क परमिट सिस्टम
- अग्निशमन उपकरणों का आवधिक परीक्षण एवं नियमित रखरखाव
- अग्नि दुर्घटनाओं की जांच
- आपसी सहायता योजना (म्युचुअल एईड स्कीम)

शैक्षिक संरक्षण (Educational Protection)

- अग्नि सुरक्षा पर नियमित प्रशिक्षण कार्यक्रम
- नियत कालीन मोक ड्रिल का आयोजन
- अग्निशमन उपकरणों की प्रदर्शनी (डेमोन्स्टेशन)
- प्रेरक (मोटिवेशनल) योजनाएं

आग को रोकने की कुछ युक्तियाँ (टिप्स)

- यह सुनिश्चित करें कि कार्यालयों और प्रयोगशालाओं में अनावश्यक कार्ड बोर्ड, कागजात, जैसे दहनशील सामग्री न हो,
- प्रयोगशालाओं में ज्वलनशील रसायन एवं गैस सिलेंडरों की मात्रा कम से कम रखे,
- वेल्डिंग, गैस काटने, आदि जैसे चिंगारी उत्पादक काम ज्वलनशील सामग्री के पास न करे,
- विधुत-तारों की अस्थायी फिटिंग (लूज फिटिंग) न करें,

आग को रोकने की कुछ युक्तियाँ (टिप्स)

- बिजली के सर्किट की ओवरलोडिंग को रोके और ग्राउंडिंग सुनिश्चित करें,
- कार्यस्थल छोड़ने से पहले सभी बिजली के उपकरणों को बंद करें,
- कार्यस्थल पर सुव्यवस्था बनाए रखें,

जरुरी बातें

आग से प्रारंभिक अवस्था में मुकाबला करना बहुत ही आसान है, इसलिए बिना किसी देरी के छोटे आग पर तुरंत हमला करें।

आग से लडते समय....

- प्रभावित क्षेत्र में काम कर रहे अन्य लोगों को सूचित करें,
- अगर संभव हो तो, बिजली के उपकरण सुरक्षित तरीके से बंद करें,
- आसान तरीके से बचने के लिए बाहर निकलने का मार्ग आपके पीछे रखें,

जरुरी बातें

- प्रभावित क्षेत्र को भीड़भाड वाला मत बनाओ। सुरक्षित स्थान पर इकट्ठे हो,
- कार्यस्थल के प्रभारी, संरक्षा एवं प्रशासन विभाग को सूचित करें,

बिल्डिंग में आग लगने पर कैसे बचे

- चिंता मत करे, शांत रहें।
- याद रखें - RED (React, Evaluate and Decide), प्रतिकार करें, आंकना और निर्णय ले।
- दूसरों को चेतावनी दे और फायर ब्रिगेड को कॉल करे।
- आग बुझाने वालें यंत्रो के द्वारा आग बुझाने की कोशिश करे।

बिल्डिंग में आग लगने पर कैसे बचे

- निर्णय लें कि क्या हम कमरे में रहे तो सुरक्षित है या कमरा छोडें तो सुरक्षित है?

- यदि आप कमरे में रहने का फैसला करते हैं (If you decide to stay):

  फर्नीचर के पीछे या शौचालयों में मत छिपे।

अपने कमरे के दरवाजे के नीचे गीले तौलिये रखें और कमरें के हरेक छेद (openings) को कवर करें, ताकि कमरे में धुएं के प्रवेश को सीमित कर शके। फिर फायर फाईटर की प्रतीक्षा करें।

बिल्डिंग में आग लगने पर कैसे बचे

- यदि आप कमरा छोडने का निर्णय लेते हैं(If you decide to leave):

छत की ओर मत भागो।

खिडकी से कूदने की कोशिश भी मत करें।

लिफ्ट का उपयोग न करें। सीढ़ियों का उपयोग करे।

क़ीमती सामान इकट्ठा करने में समय बर्बाद मत करे।

नाक को एक गीले कपड़े से कवर करके क्रोलिंग (crawling) करके बाहर निकले।

Kill Fire Before
It Kills You.

धन्यवाद

इ सी आर एच के लिए विद्युत शक्ति आपूर्ति प्रणाली

कनुभाई जी परमार -विद्युत शक्ति समूह की ओर से
KG Parmar on behalf of
Electrical Power Team & ECRH Group

डीज़ाइनर- राजन बाबु,

जतिन पटेल, हर्षिदा पटेल,धर्मेश पुरोहित,हार्दिक मिस्त्रि एवं समस्त इ सी आर एच समूह
प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान गांधीनगर
Institute For Plasma Research Gandhinagar- 382428, Gujarat, India

रुपरेखा

- इ सी आर एच प्रणालिका का परिचय
  - मुल सिध्धांत, जररत एवँ कार्य
  - इलेक्ट्रोन साइक्लट्रोन रेझोनन्श हिटींग मुख्य प्रणाली
  - उप-प्रणालीयाँ एवँ कार्य

- विद्युत शक्ति आपूर्ति प्रणाली (इलेक्ट्रीकल पावर सप्लाय सीस्टेम)

१ नीम्न विद्युत दबाव शक्ति आपूर्ति प्रणाली (लो-वोल्टेज पावर सप्लाय सीस्टेम)
- एस डी पी

२ प्रायोगिक विद्युत शक्ति आपूर्ति प्रणाली एवं उच्च विद्युत दबाव शक्ति आपूर्ति प्रणाली (हाई वोल्टेज पावर सप्लाय सीस्टेम)
- मेग्नेट पावर सप्लाय - सिध्धांत एवँ कार्य
- आयन पम्प पावर सप्लाय - सिध्धांत एवँ कार्य
- एनोड मोडयुलेटर पावर सप्लाय सीस्टेम -सिध्धांत एवँ कार्य
- हाई वोल्टेज पावर सप्लाय सीस्टेम- पावर सप्लाय
- क्रोबार सर्किट

३ आइसोलेशन सीस्टेम
- इलेक्ट्रीकल आइसोलेशन
  १, लाइन आवृत्ति २, रेडीयो आवृत्ति ३,फायबर-ओप्टिक्स
- इनस्युलेटेड प्लेटफोर्म (विद्युत रोधित ढ़ाँचा)

४ सेफ्टी शील्ड (संरक्षक कवच) और इनटरलोक

५ ग्राउन्डींग और अर्थिन्ग

६ सारांश

इ सी आर एच प्रणालिका का परिचय

- इलेक्ट्रोन साइक्लोट्रोन रेझोनन्श हिटींग (इसीआरएच - इलेक्ट्रोन साइक्लोट्रोन अनुनाद तापन) एक सटिक और ऊर्जावान तापन उपकरण है।
- यह मेग्नेटिक फिल्डलाइन के इर्द-गिर्द कोर्क-स्क्रू की दिशामे चलते इलेक्ट्रोन की आवृत्ति के समान सूक्ष्म तरंग पुंज (माइक्रोवेव बीम) प्रक्षेपित करता है।
- यह अनुनादीत सूक्ष्म तरंग पुंज इलेक्ट्रोन द्वारा अवशोषित होने पर प्लाजमा गरम होता है।

इ सी आर एच का उपयोग एवं फायदे

टोकामेक का स्टर्टि-अप

इसीआरएच से प्री-आयोनाइझेशन

- लोअर लुप वोल्टेज स्टार्ट-अप
- ऑपरेटिंग विन्डो को चोडा करना
- एरर फिल्ड की मौजदुगी के बावजुद टोकामेक का विश्वसनीय स्टार्ट-अप
- सुपर कंडक्टिंग टोकामेकके लिए आवश्यक प्री-आयोनाइजेशन

❖ हिटींग

❖ करंट ड्राइव

❖ इसीआरएच से नियो क्लासिकल टियरींग मोड की रोकथाम और करंट ड्राइव

इ सी आर एच की उप-प्रणालीयाँ

❖माइक्रोवेव सोर्स (झायरोट्रोन)

❖कायो कुलींग सीस्टेम फोर कायो मेग्नेट

❖वोटर कुलिंग सीस्टेम

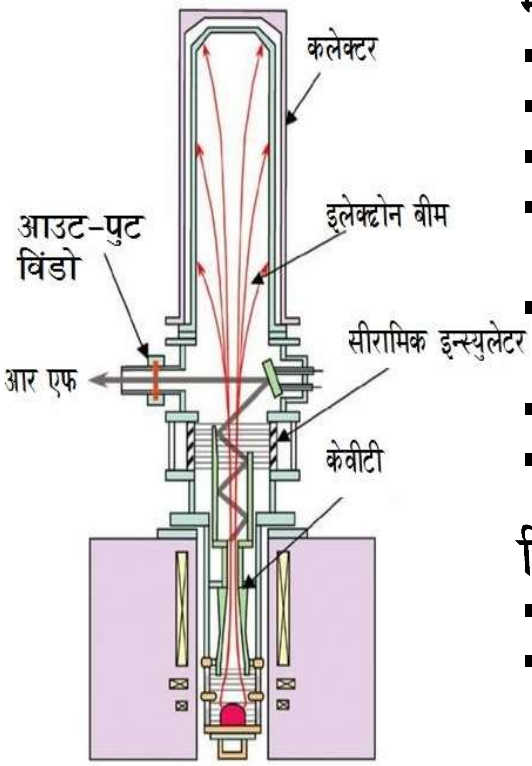
❖डायग्नोस्टिक सीस्टेम, केलोरी मीटर

❖डाटा एक्वीजीशन एण्ड कंट्रोल प्रणाली

❖ट्रान्समिशन लाइन एवं कोम्पोनन्ट

❖विद्युत शक्ति आपूर्ति प्रणाली

इ सी आर एच



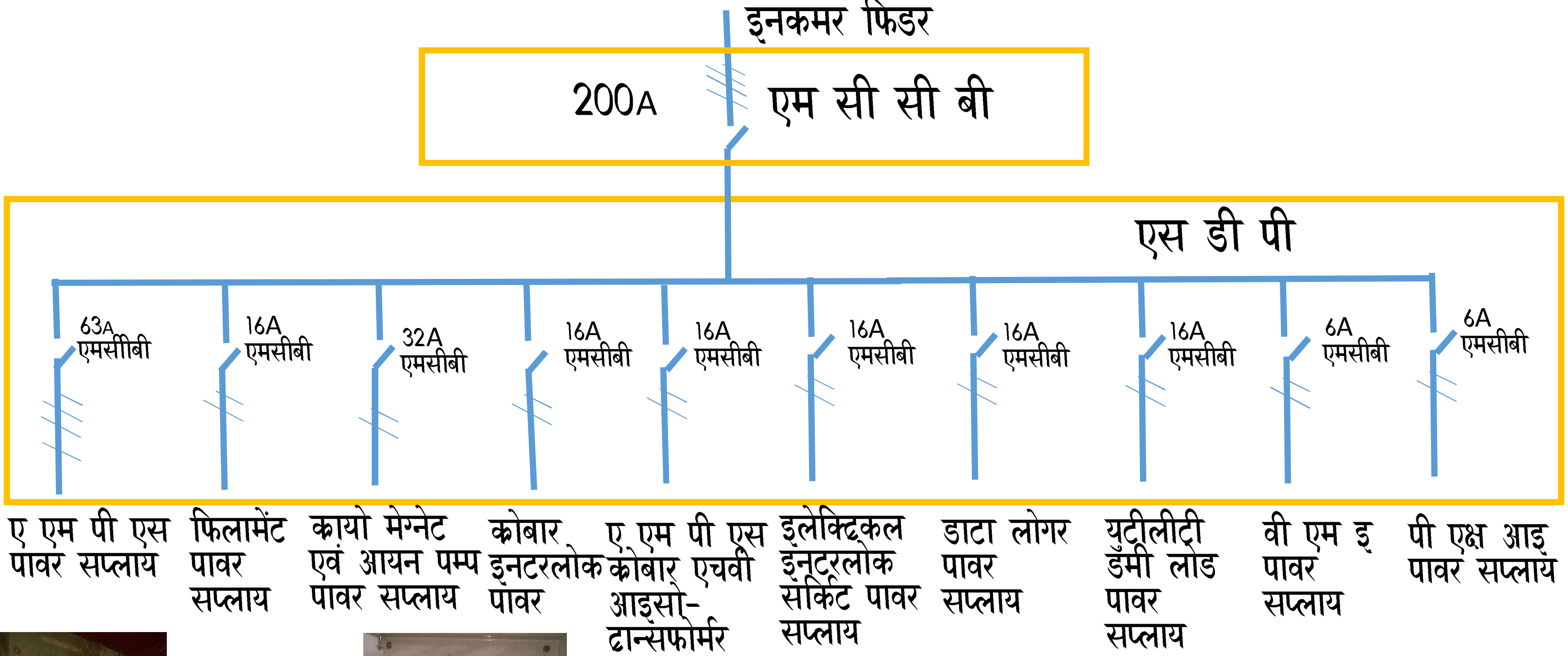
माइक्रोवेव सोर्स (झायरोट्रोन)

- डीपेस्ड कलक्टर
- आवृत्ति : 42 गीगा हर्ट
- पावर : 500 कीलो वोट
- पल्स ड्युरेशनः 500 मिली सेकन्ड
- मोड ओफ ओपरेशन :TME_{00} गोसीयनबीम
- मेग्नेट : कायो कुल्ड
- आउट पुट विंडो : सिरामीक

टिपीकल ऑपरेटिंग वोल्टेज

- बीम : -(40-50)kV, (10-40)A
- एनोड वोल्टेज : 10kV - 30kV

१-निम्न विद्युत दबाव वितरण प्रणाली

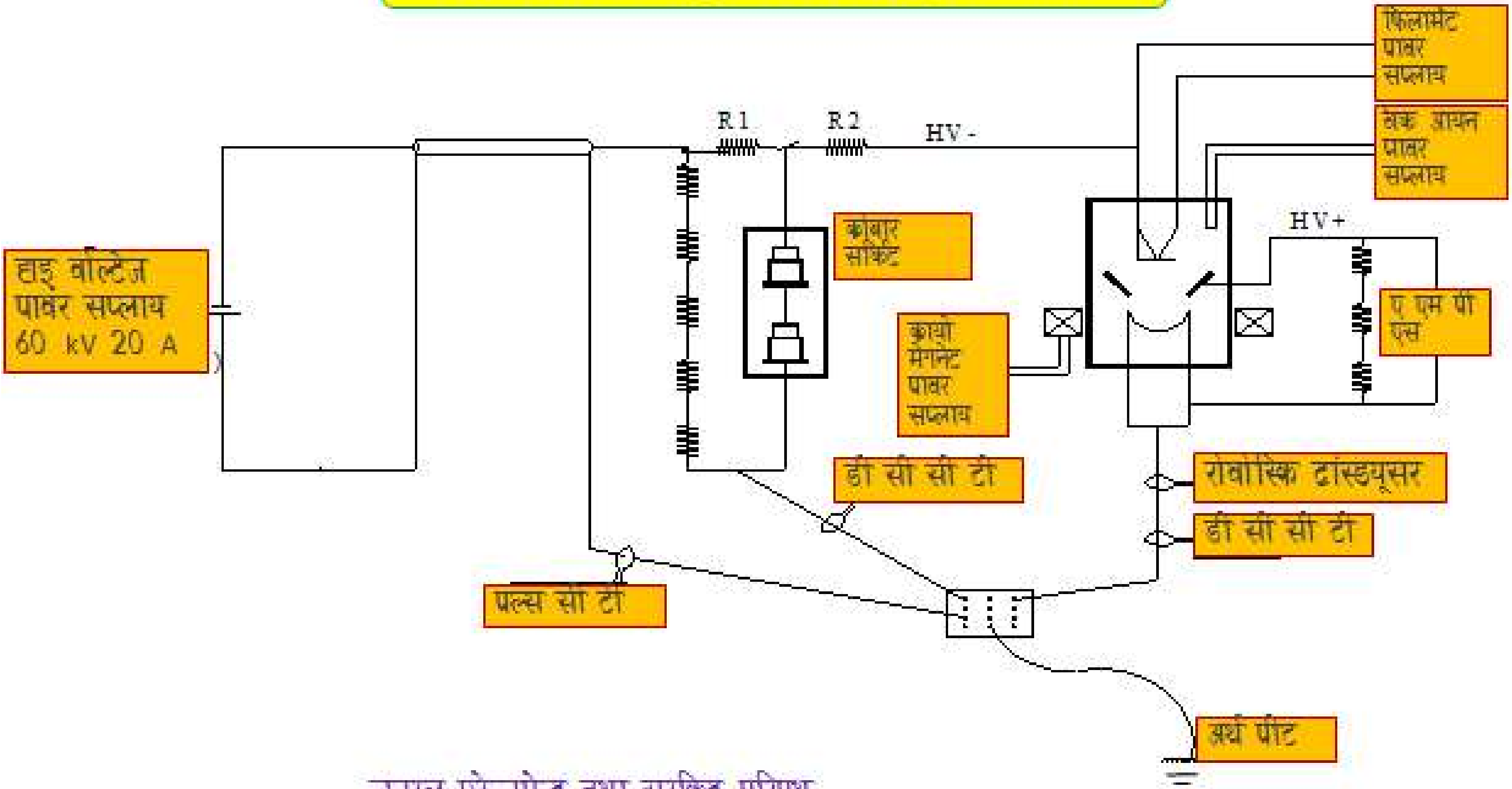


ए एम पी एस पावर टोप प्लग

एस डी पी

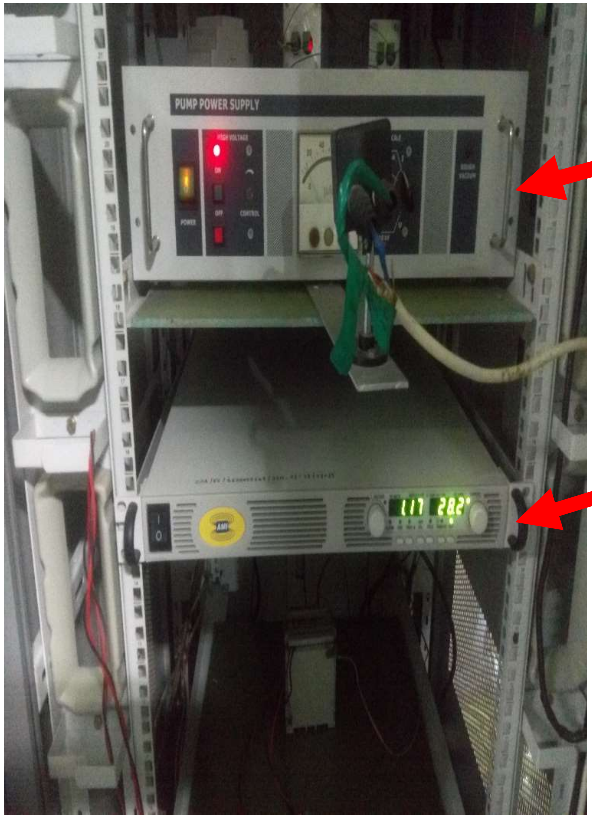
- प्रोटेक्शन
  ओवर लोड, शोर्ट सरकिट, अर्थ-फोल्ट
- 55KA शोर्ट सरकिट क्षमता
- इनकमर फिडर 35 स्कवेर एमएम 3,5 कोर एल्युमिनियम कन्डक्टर

२ प्रायोगिक विद्युत शक्ति आपूर्ति प्रणाली



जनरल ऐरेन्जमेन्ट तथा सरकिट परिपथ

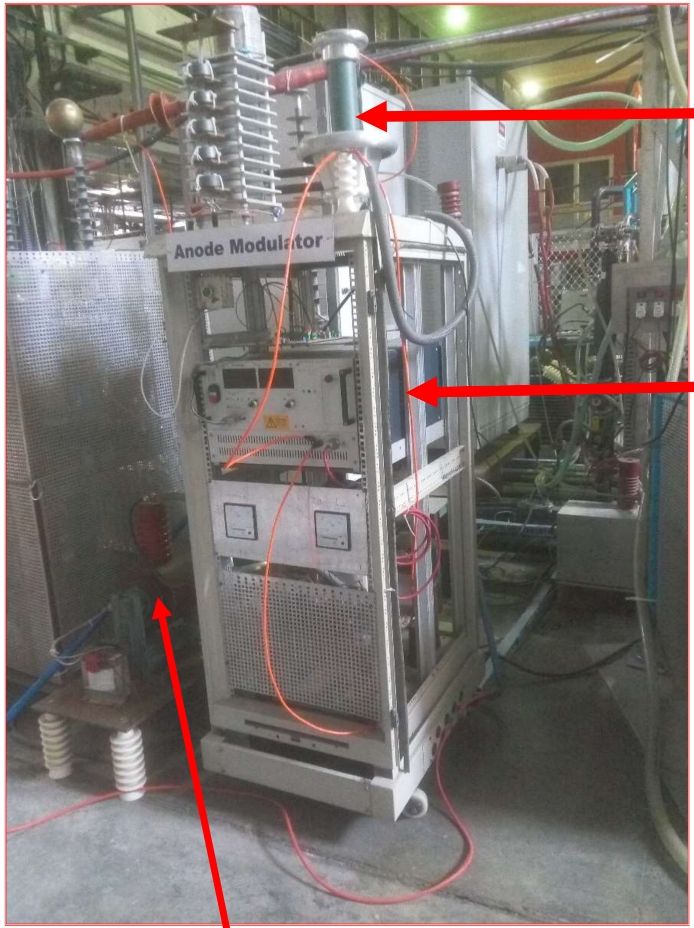
२ प्रायोगिक विद्युत शक्ति आपूर्ति प्रणाली -क्रमश:



वेक, आयन पम्प
पावर सप्लाय
+3 kV, 10μA

क्रायो मेग्नेट पावर सप्लाय
5V , 100A
आपरेटिंग 1.17 V , 28.2A

२ प्रायोगिक विद्युत शक्ति आपूर्ति प्रणाली -क्रमश:



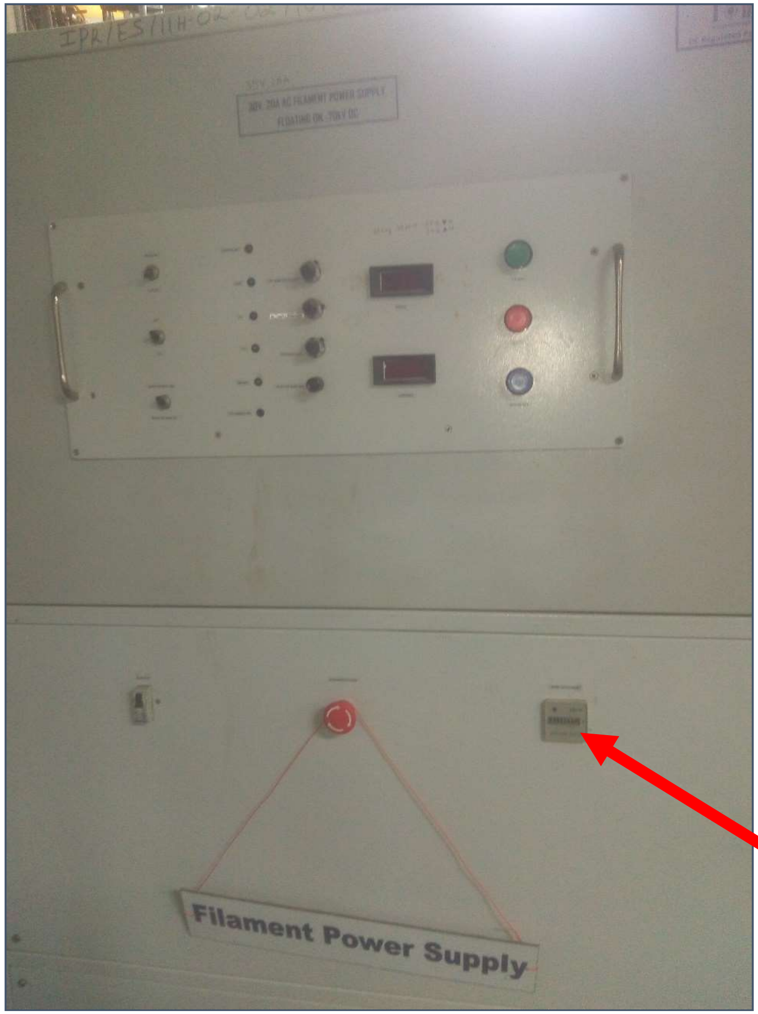
वोल्टेज डीवाइडर
30 kV/ 5 V

ए एम पी एस पावर सप्लाय

+30 kV, 100mA

आइसोलेसन ट्रान्सफोर्मर 230/230 V AC
50 kV DC आइसोलेसन

२ प्रायोगिक विद्युत शक्ति आपूर्ति प्रणाली -क्रमश:



30 वोल्ट एसी, 20 एम्पीयर

250 एल पी एम वोटर फ्लो

वोटर फ्लो के साथ इनटरलोक

ओपरेटींग पेरामीटर

28 वोल्ट, 18, 8 एम्पीयर @ 650W

फिलामेन्ट लाइफ के लिए काउन्टर

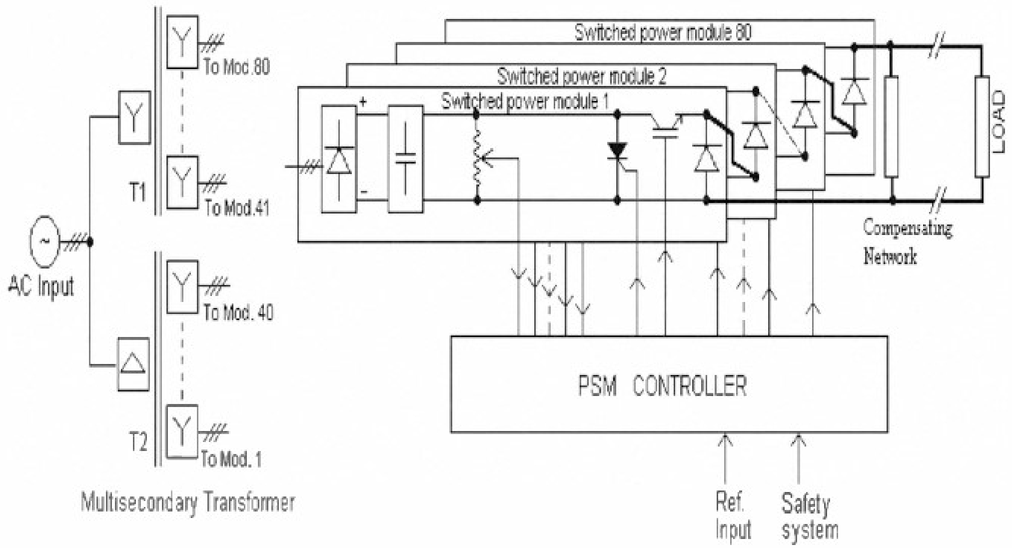
उच्च विद्युत दबाव शक्ति आपूर्ति प्रणाली

- उच्च विद्युत दबाव प्रणाली रेग्युलेटेड हाइ वोल्टेज पावर सप्लाय (आर एच वी पी एस) -80kv, 25A की बनी हुई है ।
- इसके अलावा इस प्रणाली में ट्रान्समिशन प्रणाली, सेल्फ क्रोबार प्रणाली और सहायक युनिट शामिल हैं।
- विश्वसनीय और कार्यक्षम बीम उत्पादन के लिए कड़ी से कड़ी स्थिर, एवं चल प्रभाव के लिए राइज टाइम 10 माइक्रो सेकन्ड, तथा फोल्ट के दौरान कट ओफ़ टाइम 2 माइक्रो सेकन्ड है ।
- रीपल : 1 प्रतिशत से कम
- डीसी आइसोलेशन : 100kv
- स्वीचींग आवृत्ति : 50 kHz
- कंट्रोल डीएसपी तथा वी एम ई बेझड थ्रु फाइबर ओप्टिक लींक
- इथरनेट तथा फाइबरओप्टिक लींक के जरीए सेंट्रल डाटा एक्विजीशन एण्ड कंट्रोल सीस्टेम द्वारा रीमोटली कंट्रोल एण्ड मोनीटर

उच्च विद्युत दबाव शक्ति आपूर्ति प्रणाली क्रमशः

एच वी डी सी शक्तिआपूर्ति प्रणाली का सरकीट ब्लोक डायाग्राम

@1 kV, DC प्रति मोडयुल आउट-पुट



- थ्री फेज पावर एलटी पेनल से रीसीव करता है, डीसी पावर जनरेट करके सीरीज मोडयुल को फीड करता है।
- इनरश करंट को कम करने के लिये प्री-चार्ज सरकिट से रेक्टीफीकेशन शरू किया जाता है।
- ओपरेशन की विश्वनियता के लिये जरुरी सावधानी तथा इन्टरलोक का उपयोग कीया गया है।

उच्च विद्युत दबाव शक्ति आपूर्ति प्रणाली क्रमशः

मेइन ट्रान्सफोरमर

क्षमताः 750 के वी ए प्रति ट्रान्सफोरमर
टाइपः Yy11 , **Dd 11** ONAN
प्राइमरीः 11 के वी फुल रेटींग
मल्टि सेकन्डरीः 740 वोल्ट (40 सेकन्डरी)
आवृत्ति :50Hz
टरमीनलः टीपीएन

उच्च विद्युत दबाव शक्ति आपूर्ति प्रणाली क्रमशः

इग्निट्रोन (**NL 37248**) क्रोबार विद्युत परिपथ

झायरोट्रोनके लिए सबसे एहेम-इस की फोल्ट एनर्जी

फोल्ट के दौरान झायरोट्रोनकी फोल्ट एनर्जी इसकी कटिकल फोल्ट एनर्जी से ज्यादा नहीं होनी चाहिये। यह कटिकल कटर एर्नजी से जानी जाती है ।

साबीत करना

10- जुल

वायर बर्न टेस्ट

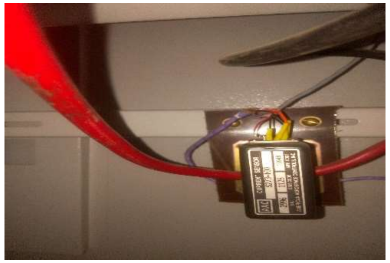
हाइ वोल्टेज को हो सके इतना जल्द दूर करना

10 <μs

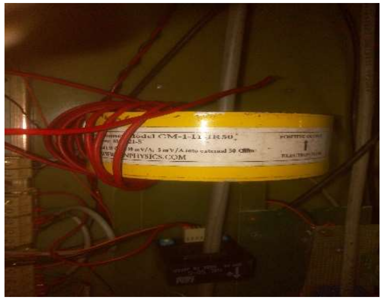
इन्टरलोक प्रणाली

फास्ट इन्टरलोक	स्लो- इन्टरलोक
आर्क इन्टरलोक	वोटर कुलींग
बीम वोल्टेज	फिलामेन्ट
बीम करन्ट	मेग्नेट करन्ट
एनोड ओवर करन्ट	वेव गाइड
डीआइ / डी टी	एच वी पी एस ओ वी

इन्टरलोक सेट-अप

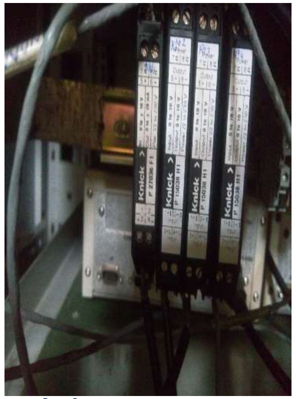


डी सी सी टी
50 A/ 5V
400mA/ 5v



पल्स सी टी
10mV/ 1A

३-आइसोलेशन

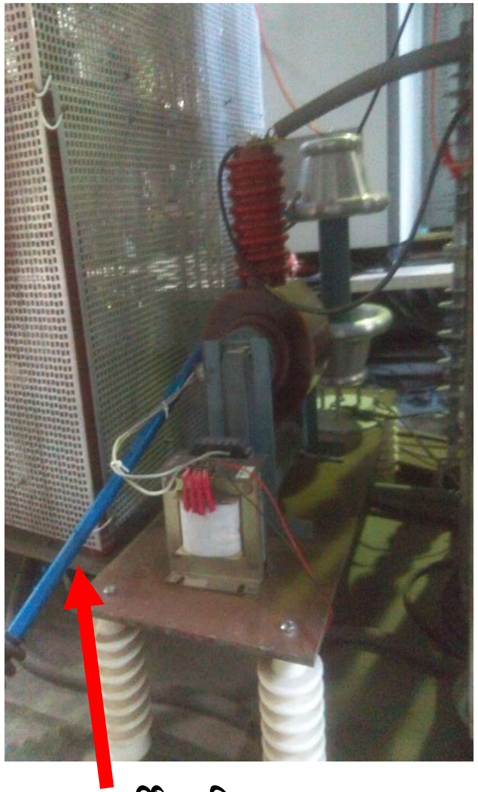


लाइन आवृत्ति पर डीसी आइसोलेशन

ग्लास फाइबर तथा एपोक्सी इनसुलेशन से आइसोलेशन

ओप्टिकल आइसोलेशन फाइबर लींकसे

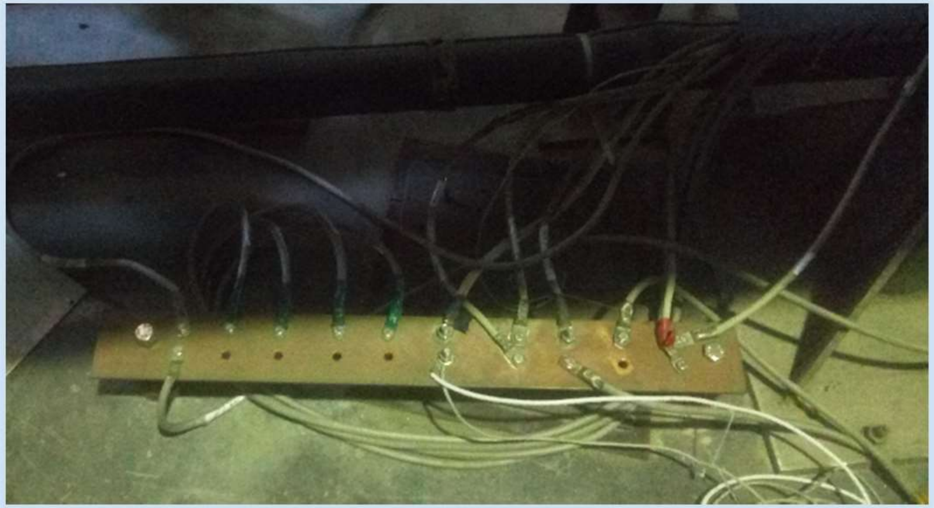
४-सेफ्टी शील्ड (संरक्षक कवच)



अर्थींग स्टिक

बेरीकेड तथा वार्निंग लाइट

५-ग्राउन्डिंग - अर्थींग



स्टार पोईन्ट अर्थींग

थ्री पोईन्ट अर्थींग मेजरमेन्ट

निष्कर्ष

इ सी आर एच के लिए विद्युत शक्ति आपूर्ति प्रणाली पूर्णतया

स्थापित की गई है तथा पूर्ण रुपसे कार्यरत है।

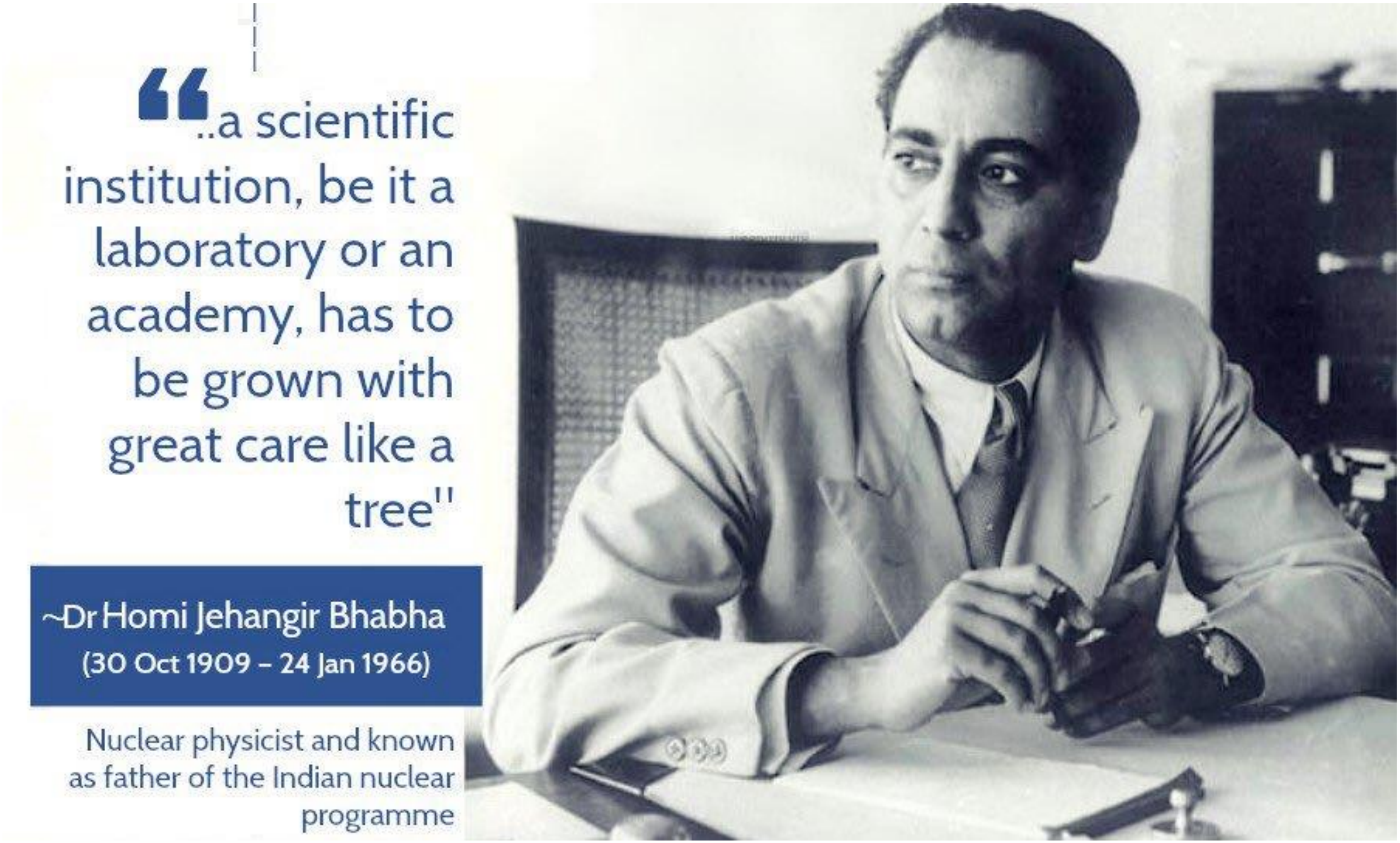
सलामत दिशा-निर्देश के अनुसार संचालन एवं रख- रखाव

नियमित रुपसे किया जाता है।

धन्यवाद

वर्ष 2017 तक भारत में परमाणु ऊर्जा का विकास

यशश्री पाटील
द्वारा प्रस्तुत



"वैज्ञानिक संस्था यह एक प्रयोगशाला हो या शैक्षिक संस्था हो उसे एक वृक्ष की तरहा बढ़ना होगा।"

रूपरेखा

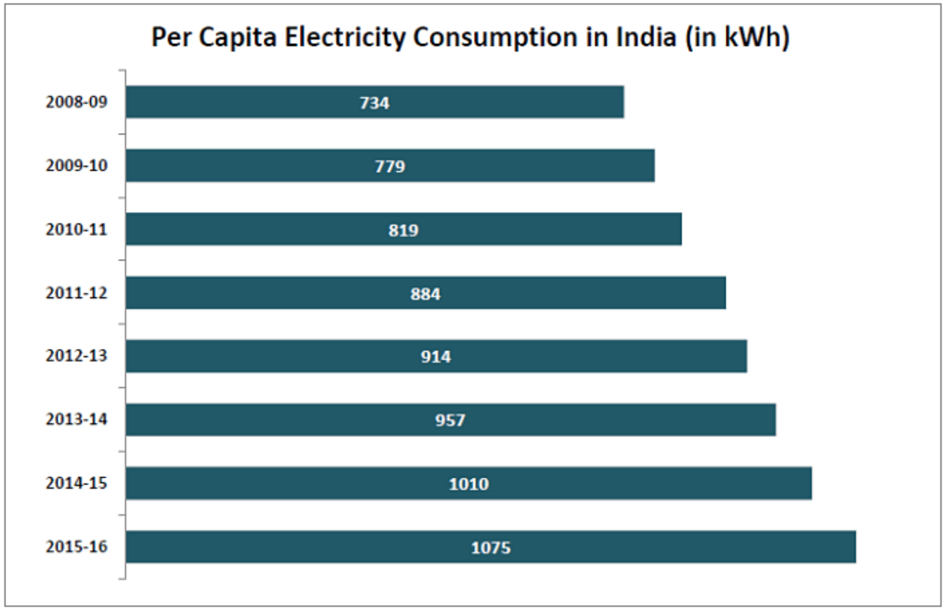
- ✓ भारत में परमाणु ऊर्जा विकास
- ✓ नाभिकीय विखण्डन नुक्लेअर पॉवर प्लाँट
- ✓ भारत के तीन चरण परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम
- ✓ परमाणु बिजली उत्पादन 2017

"परमाणु शक्ति हमारे समृद्ध भविष्य का प्रवेशद्वार है।"

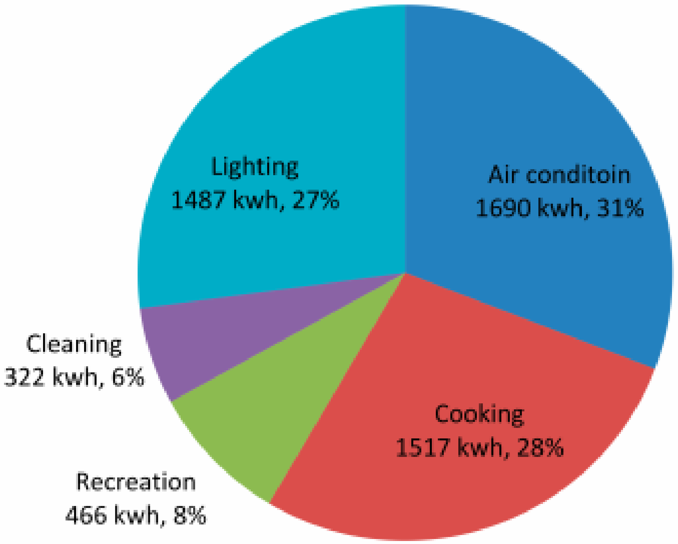
एपीजे अब्दुल कलाम

क्यों परमाणु ऊर्जा ?

1Kg फायर वुड	1 KWh बिजली
1Kg कोयला	3 KWh बिजली
1Kg Oil	4 KWh बिजली
1Kg प्राकृतिक यूरेनियम	50,000 KWh बिजली
1Kg of Pu	60, 000,000 KWh बिजली

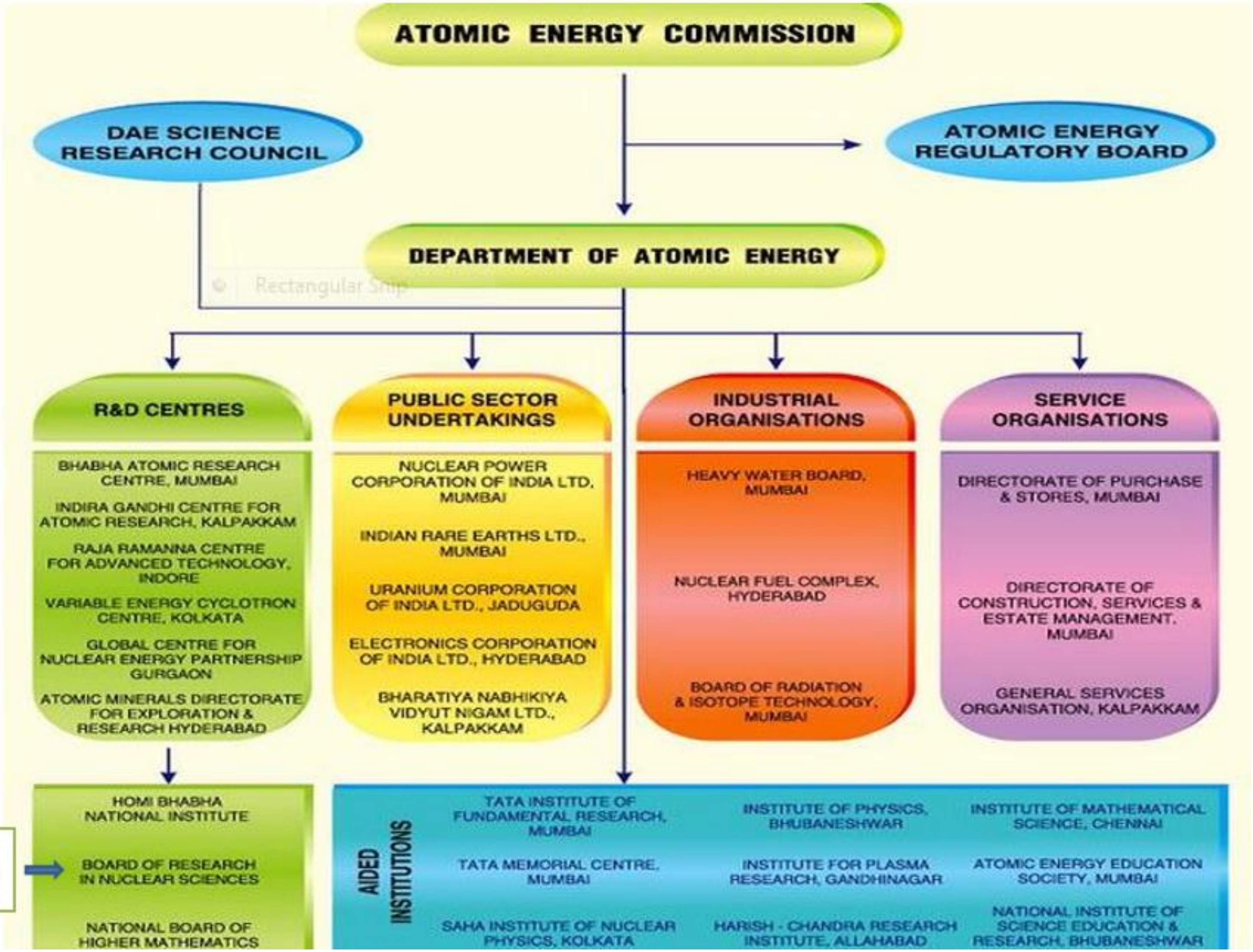


कुल जनसंख्या बिजली खपत (KWh)



एक यूरेनियम प्यालेट एक टन का कोयला या प्राकृतिक गैस के 17,000 क्यूबिक फ़ीट ऊर्जा पैदा करती है।

Organization Structure of the Dept of Atomic Energy (DAE), Govt. of India



BRNS

परमाणु ऊर्जा का शांतिपूर्वक ढंग से उपयोग में लाने हेतु नीतियों को बनाने के लिए 1948 ई. में परमाणु ऊर्जा कमीशन की स्थापना की गई। इन नीतियों को निष्पादित करने के लिए 1954 ई. में परमाणु ऊर्जा विभाग (DAE) की स्थापना की गई।

भारत ने अणु युग में और सही कहें, तो परमाणु युग में 4 अगस्त, 1956 में उस समय प्रवेश किया जब भारत के पहले परमाणु रिएक्टर अप्सरा को चालू किया गया।

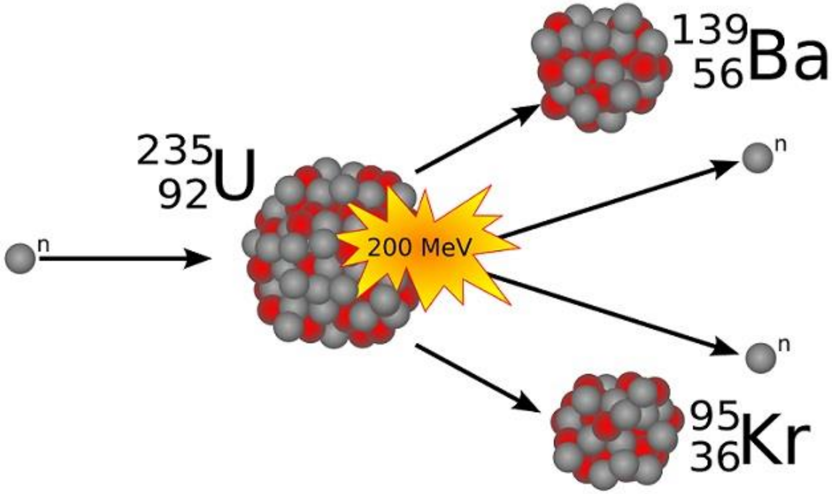
परमाणु ऊर्जा विभाग के परिवार में पाँच अनुसंधान केंद्र हैं |

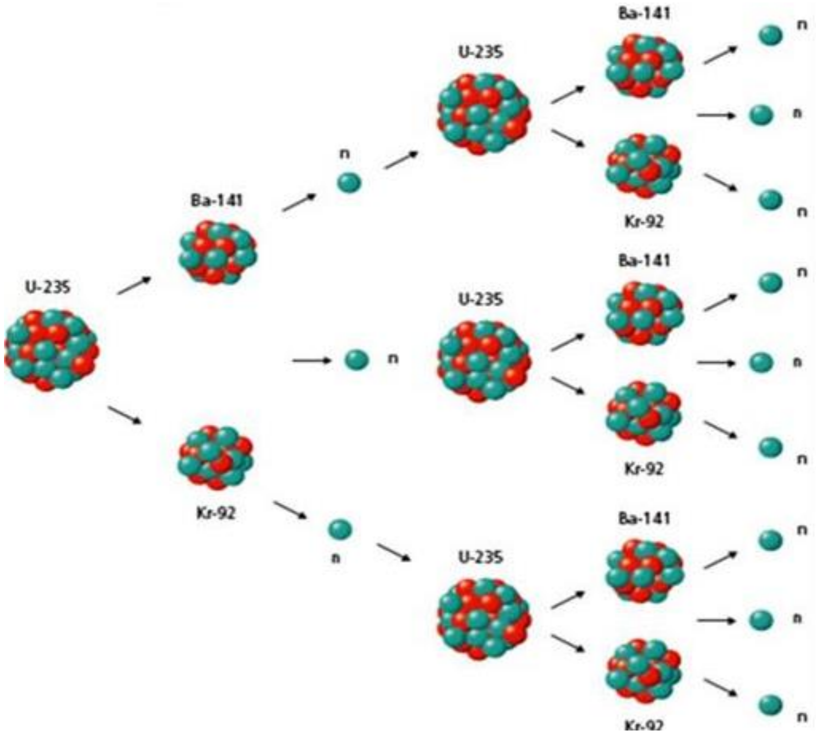
1. भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र (BARC)- मुंबई, महाराष्ट्र
2. इंदिरा गाँधी परमाणु अनुसंधान केंद्र (IGCAR)- कलपक्कम, तमिलनाडु
3. उन्नत तकनीकी केंद्र (CAT) – इंदौर
4. वेरिएबल एनर्जी साइक्लोट्रॉन केंद्र (VECC) – कोलकाता
5. परमाणु पदार्थ अन्वेषण और अनुसंधान निदेशालय (AMD)- हैदराबाद

परमाणु ऊर्जा विभाग सात राष्ट्रीय स्वायत्त संस्थानों को भी आर्थिक सहायता देता है, वे हैं |

1. टाटा फंडामेंटल अनुसंधान संस्थान (TIFR)- मुम्बई
2. टाटा स्मारक केंद्र (TMC) - मुंबई
3. साहा नाभिकीय भौतिकी संस्थान (SINP)- कोलकाता
4. भौतिकी सँस्थान (IOP)- भुवनेश्वर
5. हरिश्चंद्र अनुसंधान संस्थान (HRI)- इलाहाबाद
6. गणितीय विज्ञान संस्थान (IMSs) - चेन्नई और
7. प्लाज़्मा अनुसंधान संस्थान (IPR)- अहमदाबाद

नाभिकीय विखण्डन (Nuclear Fission)

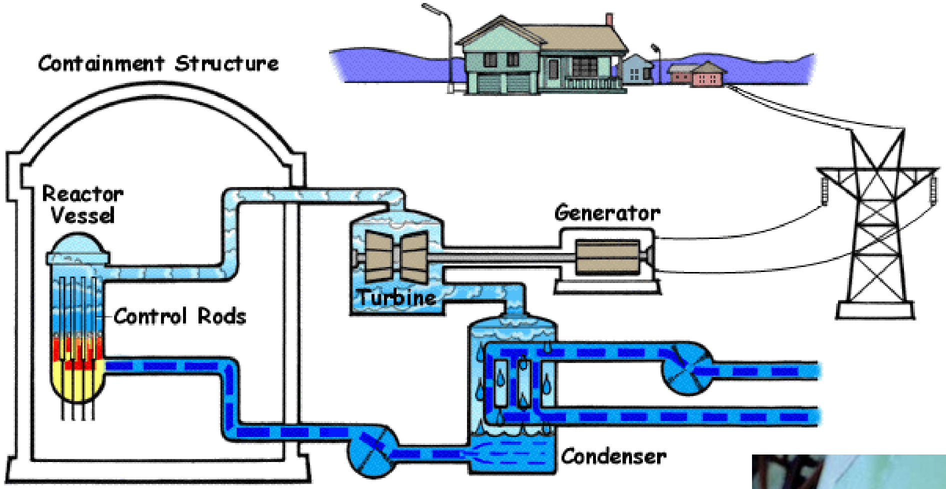


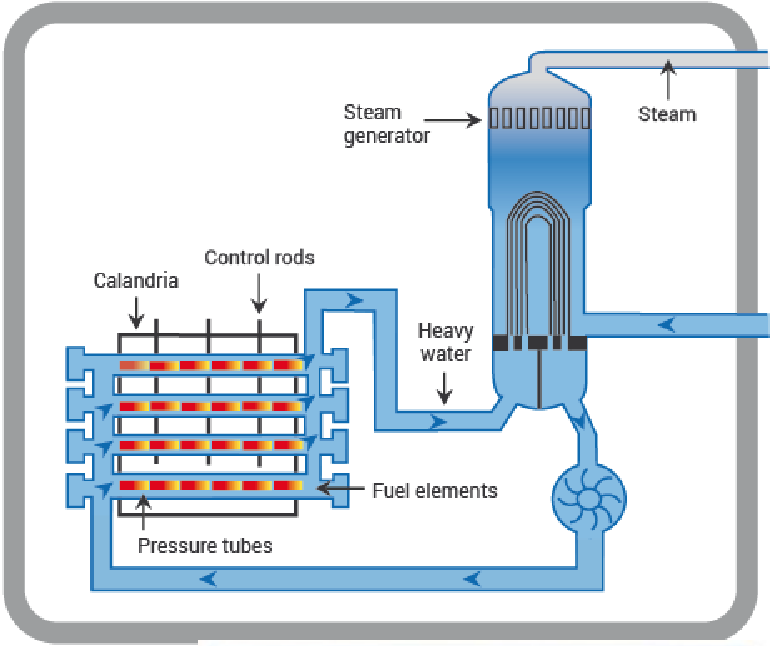


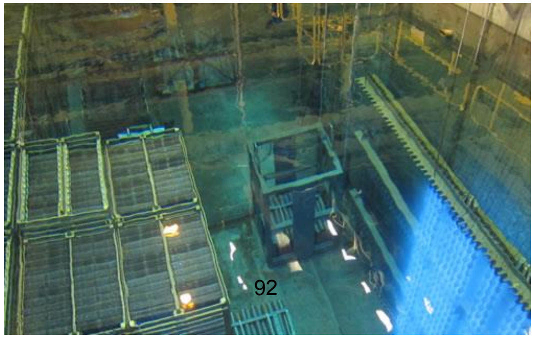
Nuclear Fission या नाभिकीय विखण्डन जिसमे एक heavy nucleus को neutrons से Bombard करके दो अलग nucleus में split करते है जिससे बहुत energy release होती है इसी Process को Nuclear Fission या नाभिकीय विखण्डन कहते है| Nuclear Fission या नाभिकीय विखण्डन का Use Nuclear Reactor में होता है जिससे Nuclear Power Plant में Electricity Generate की जाती है|

दबावयुक्त जल रिएक्टर (पीडब्लूआर)

A Pressurized Heavy Water Reactor (PHWR/Candu)







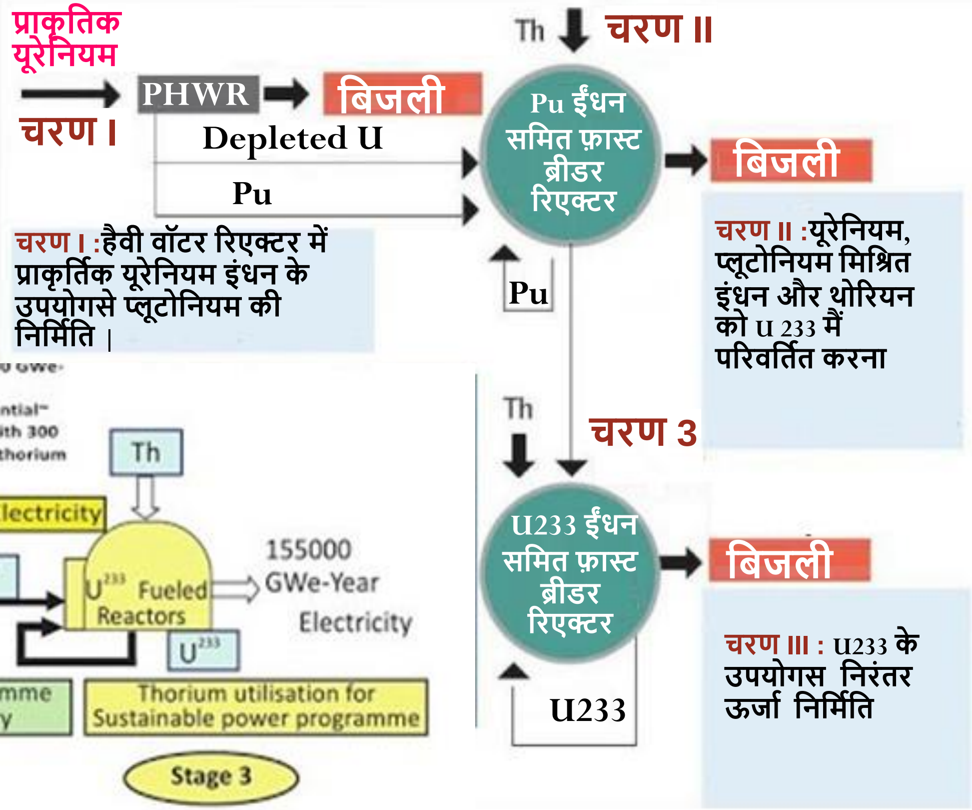
यूरेनियम, या परमाणु ईंधन के बाद, रिएक्टर में इस्तेमाल किया गया है, इसे हटा दिया जाता है और 6 से 10 वर्षों की अवधि के लिए पूल में सुरक्षित रूप से संग्रहीत किया जाता है।

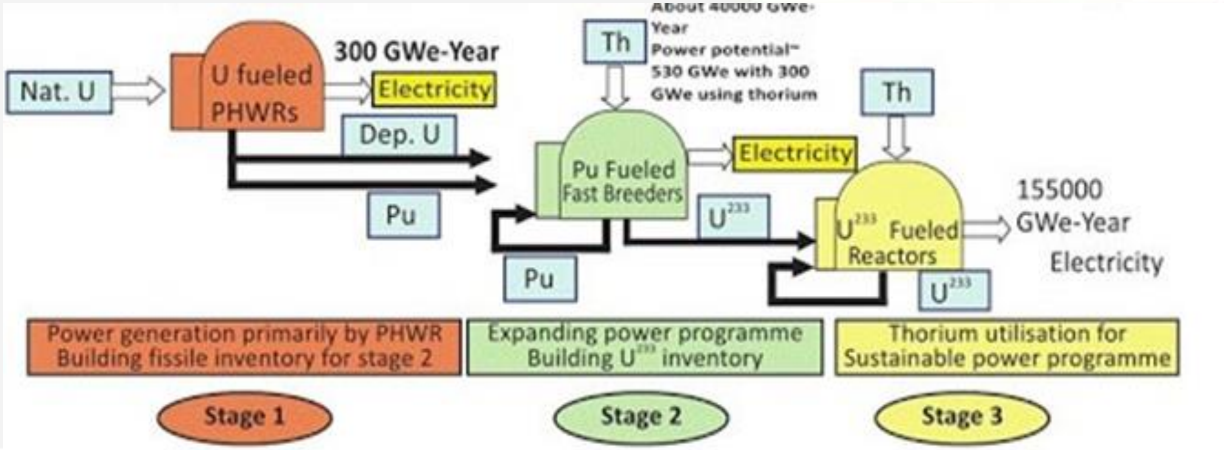
भारत में 10.70 मिलियन टन मोनैजैट है जिसमें 9 .63,000 टन थोरियम ऑक्साइड शामिल है।

भारत के तीन चरण परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम

भारत के तीन चरण परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम

देश के सबसे कम यूरेनियम स्रोत के अनुसार होमी भाभा ने भारत के परमाणु कार्यक्रम को तीन चरणों में विभाजित किया



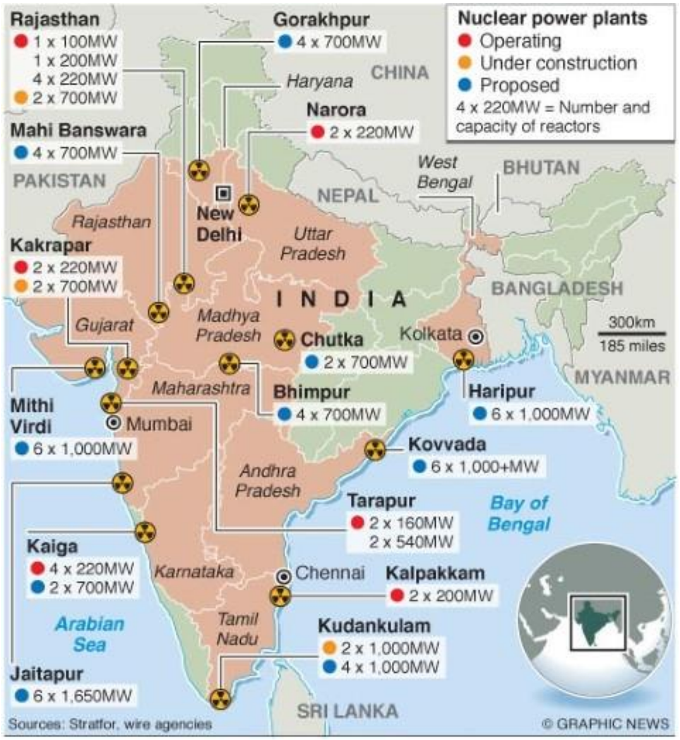


चरण-I : प्राकृतिक युरानियम, हेवी वटर मॉडरेटेट एवं कुल्ड प्रेशराइज्ड हेवी वाटर रिएक्टर्स (पीएचडब्ल्युआर) के निर्माण पर विचार करना। इन रिएक्टरों से उपयोग किये गये ईंधन को प्लूटोनियम प्राप्त करने के लिए फिर से प्रोसेस किया जाता है।

चरण-II : चरण-I में तैयार किये गये प्लूटोनियम द्वारा प-युल ब्रिडर जाने के बाद फास्ट ब्रिडर रिएक्टर (एफबीआर) के निर्माण पर विचार करना। ये रिएक्टर्स थोरियम से प्राप्त यु - 233 का भी उत्पादन करेंगे।

चरण-III : ईंधन के रूप में यू - 233/ थोरियम का उपयोग करके पावर रिएक्टर को सम्मिलित करेंगे।

परमाणु बिजली उत्पादन 2017



रिएक्टर	राज्य	प्रकार	MWe नेट (प्रत्येक)	व्यावसायिक प्रचालन	संरक्षित स्थिति *
तारापुर 1 और 2	महाराष्ट्र	जीई बीडब्ल्यूआर	150	1969	मद-विशिष्ट, अक्टूबर 2009
कैगा 1 और 2	कर्नाटक	PHWR	202	1999, 2000	शून्य
कैगा 3 और 4	कर्नाटक	PHWR	202	2007, 2012	शून्य
काक्रपर 1 और 2	गुजरात	PHWR	202	1993, 1995	दिसंबर 2010 नए समझौते के तहत
मद्रास 1 और 2 (एमएपीएस)	तमिलनाडु	PHWR	202	1984, 1 9 86	शून्य
नरोरा 1 और 2	उत्तर प्रदेश	PHWR	202	1991, 1992	नए समझौते के तहत जनवरी 2015 से
राजस्थान 1 और 2	राजस्थान	Candu PHWR	90, 187	1 9 73, 1 9 81	मद-विशिष्ट, अक्टूबर 2009
राजस्थान 3 और 4	राजस्थान	PHWR	202	1999, 2000	नए समझौते के तहत मार्च 2010
राजस्थान 5 और 6	राजस्थान	PHWR	202	फरवरी और अप्रैल 2010	नए अनुबंध के तहत अक्टूबर 2009
तारापुर 3 और 4	महाराष्ट्र	PHWR	490	2006, 2005	शून्य
कुडनकुलम 1 और 2	तमिलनाडु	पीडब्लूआर (वीवर)	917	दिसंबर 2014, अप्रैल 2017	मद-विशिष्ट, अक्टूबर 2009
कुल (22)			621 9 मेगावाट		

कोयला, गैस, पनबिजली और पवन ऊर्जा के बाद भारत में परमाणु ऊर्जा बिजली का पांचवां सबसे बड़ा स्रोत है।

परमाणु ऊर्जा के उत्पादन के लिए भारत का दुनिया में छठा रैंक है। (अमेरीका, फ्रांस, जापान, रूस, कोरिया, भारत)

तारापुर भारत में सबसे बड़ा परमाणु ऊर्जा प्लाँट है। प्रति दिन 1400 मेगावाट ऊर्जा का उत्पादन करता है।

धन्यवाद !!!

nuclear power is clean
nuclear power is green
nuclear power is cheap
ionising radiation is good
nuke waste is not a problem
we know best

उच्च ताप अतिचालकों के अनुप्रयोग एवम् क्रायोजेनिक आवश्यकतायें

Applications of High Temperature Superconductors and associated Cryogenic requirements

नितिन बैरागी
प्लाज़्मा अनुसन्धान संस्थान, गाँधीनगर

रुपरेखा :-

- प्रस्तावना
- अतिचालकों के गुणधर्म एवं प्रकार
- उच्च ताप अतिचालकों के संभाव्य तकनीकी अनुप्रयोग
- उच्च ताप अतिचालकों हेतु क्रायोजेनिक आवश्यकतायें
- नवीनतम प्रयोग
- निष्कर्ष / उपसंहार

सुपरकंडक्टर्स (अतिचालक)

1908: हीलियम का सर्वप्रथम तरलीकरण – K. Onnes

1911: मर्करी में (Hg) सुपरकंडक्टिविटी की खोज – K. Onnes (शुन्य प्रतिरोधकता)

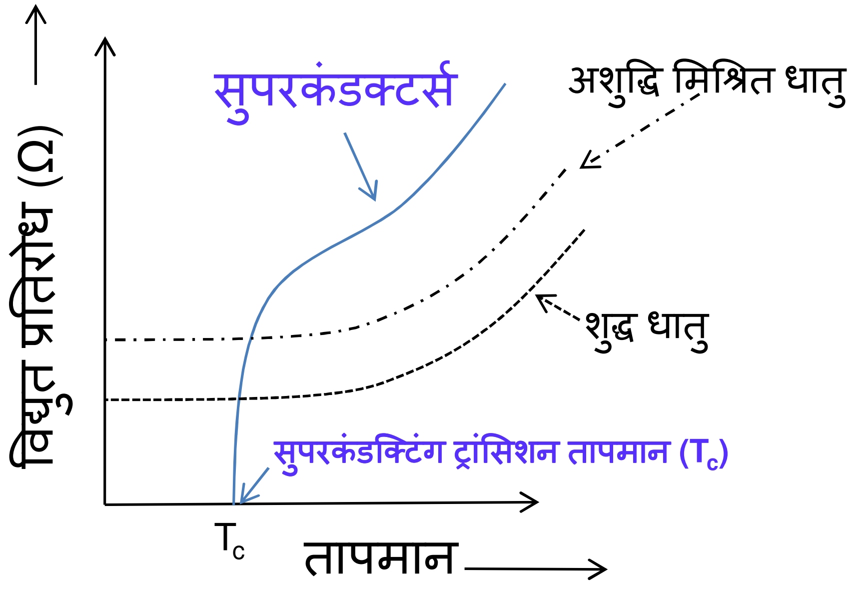
1934: मेज़्नर प्रभाव (सर्वोत्तम प्रति-चुंबकता / डाईमैग्नेटीज़्म)

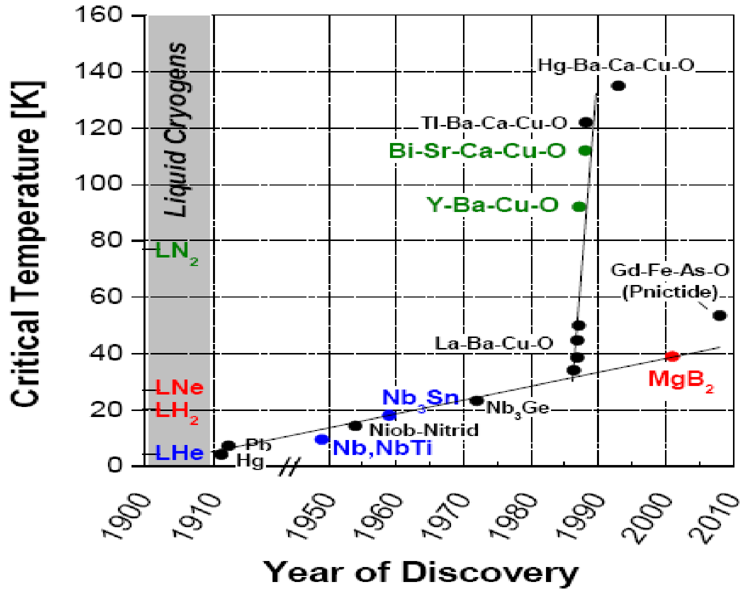
1957: बी.सी.एस. सिद्धांत

1970’s : विभिन्न सुपरकंडक्टिंग चुम्बकों का विकास

1986: उच्च ताप अतिचालकों की खोज (Bednorz व Muller @ La based Cu ~ 34 K)

1987: YBCO @ 93 K (Tc) – (Phy. Rev. Let. Vol. 58, P 908, 1987)

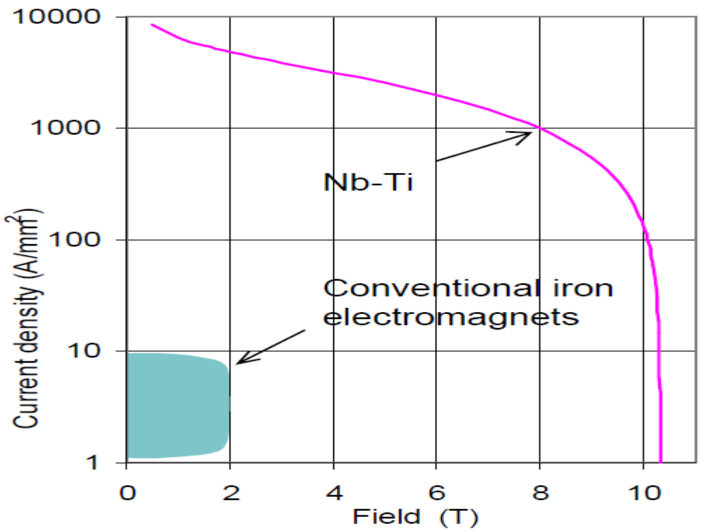




सुपरकंड्क्टर्स एवं धातुओं का निम्न तापमान (0 K) के निकट विद्युत प्रतिरोध

अतिचालकों के गुणधर्म एवम प्रकार

- अतिचालक की विद्युत प्रतिरोधकता, एक क्रिटिकल तापमान के नीचे शून्य (0) होती है अर्थात विद्युत धारा के प्रवाह करने पर इनमें जूल उष्मा हानि नहीं होती है।
- इसके अलावा अतिचालक उत्तम प्रति-चुंबकता एवं उच्च करंट डेंसिटी जैसी विशेषताएँ लिये होते हैं।
- इनका उपयोग मुख्यतः विज्ञान, तकनीकी एवं भौतिकी अध्ययन (उच्च चुम्बकीय क्षेत्र, कण त्वरक / टोकामैक आदि), स्क्वीड मेग्नेटोमीटर एवं चिकित्सा के क्षेत्र में MRI, NMR आदि प्रणालियों में भी हो रहा है ।
- इस प्रस्तुति में उच्च ताप अतिचालकों के विभिन्न अनुप्रयोग एवम् इनकी क्रायोजेनिक आवश्यकताओं पर प्रकाश डाला गया है।



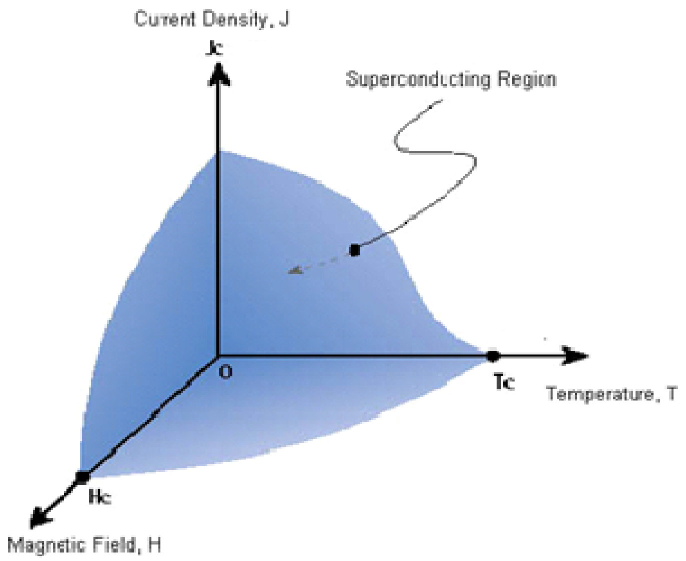
शून्य प्रतिरोधकता एवं उच्च करंट डेंसिटी के मायने

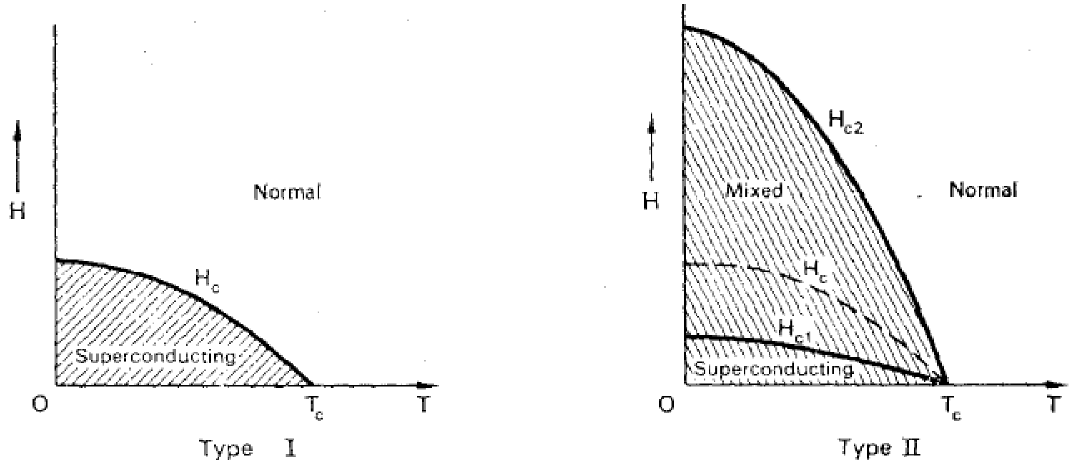
MRI (मेग्नेटिक रेसोनेन्स इमेजिंग)

अतिचालकों के वर्गीकरण

- ❖ निम्न ताप अतिचालक Low Temperature Superconductors (LTS)
- ❖ उच्च ताप अतिचालक High Temperature Superconductors (HTS)
- ❖ टाईप - I (पूर्व में संदर्भित'सॉफ्ट सुपरकंडक्टर्स') (सामान्यतः शुद्ध धातुएं, तत्व)
- ❖ टाईप - II (पूर्व में संदर्भित 'हार्ड सुपरकंडक्टर्स') (आमतौर पर मिश्र धातुएं, यौगिक)

  उच्च शक्ति चुम्बकों के लिये उपयुक्त NbTi, Nb_3Sn आदि (1937 के बाद)





टाईप - I एवं टाईप - II सुपरकंड्क्टर्स के H-T अवस्था-आरेख

सुपरकंड्क्टर्स का J-B-T अवस्था-आरेख

चुनिंदा टाईप – I सुपरकंडक्टर्स

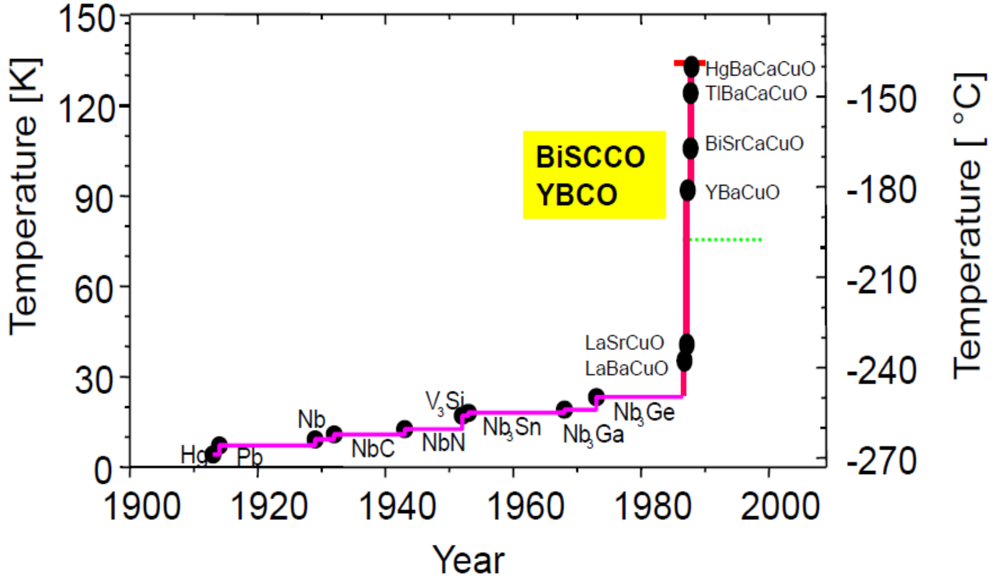
Material (Type)	T_c [K]	$\mu_o H_{co}$* [T]
Ti (metal)	0.40	0.0056
Zn	0.85	0.0054
Al	1.18	0.0105
In	3.41	0.0281
Sn	3.72	0.0305
Hg	4.15	0.0411
V	5.40	0.1403
Pb	7.19	0.0803

* 0 K

चुनिंदा टाईप – II सुपरकंडक्टर्स

Material (Type)	T_c [K]	$\mu_o H_{co}$ [T]
Nb (metal)	9.5	0.2*
Nb-Ti (alloy)	9.8	10.5†
NbN (metalloid)	16.8	15.3†
Nb_3Sn (intermetalic compound: A15)	18.3	24.5†
Nb_3Al	18.7	31.0†
Nb_3Ge	23.2	35.0†
MgB_2 (compound)	39	~15*
$YBa_2Cu_{3-x}O_x$ (oxide: Perovskite) <YBCO>	93	150*
$Bi2Sr2Ca_{x-1}Cu_xO_{2x+4}$ <BSCCO2223 or 2212>	110	108*

* 0 K † 4.2 K



उच्च ताप सुपरकंडक्टर्स (HTS)

- अपेक्षाकृत उच्च सुपरकंडक्टिंग ट्रांसिशन तापमान (T_c)
- ब्रिट्ल (भंगुर)
- उच्च इंजीनियरिंग करंट डेंसिटी
- उच्च क्रिटिकल मैग्नेटीक फील्ड

HTS उच्च तापमान सुपरकंडक्टर्स (एच.टी.एस.) के अनुप्रयोग

- उच्च तापमान सुपरकंडक्टर्स (एच.टी.एस.) में तकनीकी प्रगति ने उच्च वोल्टेज के साथ-साथ उच्च करंट अनुप्रयोगों के लिए प्रेरित किया है।
- उच्च करंट अनुप्रयोगों जैसे विशाल सुपरकंडक्टिंग फीडर और सुपरकंडक्टिंग चुम्बकों को चार्ज करने हेतु एच.टी.एस. धारा-दंडिकाएं सर्वाधिक प्रचलित अनुप्रयोग हैं ।
- जबकि एच.टी.एस. आधारित उच्च वोल्टेज उपकरणों जैसे कि मोटर्स, ट्रांसफार्मर और फॉल्ट करंट लिमिटर बहुत ही प्रचलित अन्वेषण के विषय हैं ।
- उच्च तापमान सुपरकंडक्टर्स (एच.टी.एस.) का उपयोग डी.सी. केबल और विद्युत शक्ति ट्रांसमिशन सिस्टम बनाने के लिए भी किया जाता है, जिससे उच्च विद्युत धारा परिवहन क्षमता, निम्नतम पारेषण हानि और सघन प्रणाली के लाभ होते हैं।

HTS आधारित अनुप्रयोग

- HTS आधारित करंट लीड्स (ITER, W7-X, JT-60 SA, KSTAR, EAST etc)
- HTS आधारित उर्जा दक्ष इलेक्ट्रीक यंत्र जैसे जनरेटर, मोटर, ट्रांसफर्मर
- HTS पॉवर कैबल
- HTS पॉवर कैबल आधारित ट्रांसमिशन एवं वितरण प्रणाली, फॉल्ट करंट लिमिटर
- विज्ञान एवं तकनीकी अध्ययन हेतु उच्च शक्ति चुम्बकों का उपयोग
- सुपरकंडक्टिंग चुम्बकीय उर्जा भंडारण (SMES)

HTS आधारित मोटर:

✓ उच्च पॉवर डेंसिटी

✓ उच्च उर्जा दक्षता

✓ निम्न शोर

✓ कम रखरखाव (रिवाइंडिंग, मरम्मत)

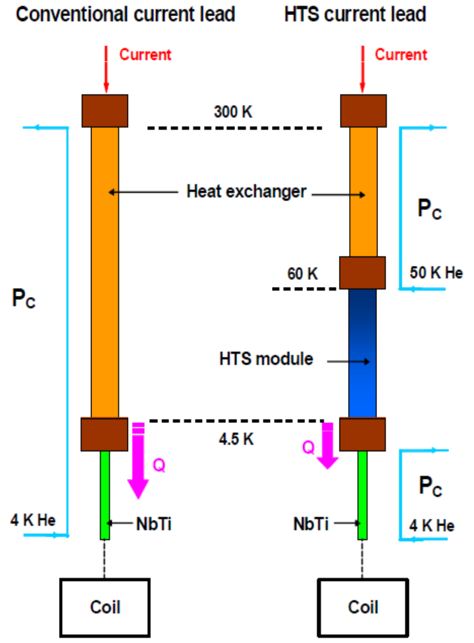
✓ चक्रीय लोड असंवेदनशीलता (स्थिर ताप प्रचलन)

HTS करंट लीड्स:

✓ 60 K – 300 K के बीच हीट एक्सचेंजर के शीतलन की कार्नट दक्षता अधिक होती है

✓ HTS अंश की कंड्क्शन (प्रवाहकत्व) शीतलन

✓ उष्मीय भार काफी कम (10 गुणा तक कम)



पारंपरिक बनाम HTS करंट लीड्स

HTS तकनीक से जुडी चुनौतियां

- HTS टैप के एनआइसोट्रोपिक विद्युत गुण
- HTS के Cu या LTS जॉईंट
- क्वेंच संरक्षण: एच.टी.एस. के लिए एक प्रमुख मुद्दा
- यांत्रिक (मैकेनिकल) संरचना एवं मैकेनिकल गुण
- कंडक्टर लागत
- लम्बे कंडक्टर्स का निर्माण (km)

HTS तकनीक

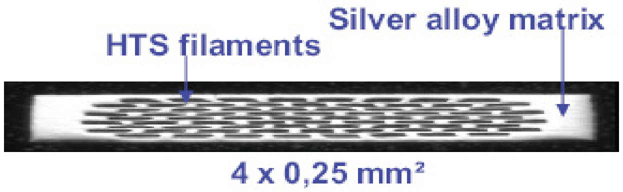
HTS टैप:

प्रथम पीढी (1G): Bi-2223 मल्टी-फिलामेंट कैबल

चाँदी के मैट्रिक्स की वजह से महँगा

द्वितीय पीढी (2G): YBCO,…. कौटेड कंड्क्टर

- लागत और प्रदर्शन लाभ
- उच्च ताप संचालन (आपरेशन),
- बहुत उच्च इंजीनियरिंग विद्युत घनत्व (J)
- बेहतर यांत्रिक गुण



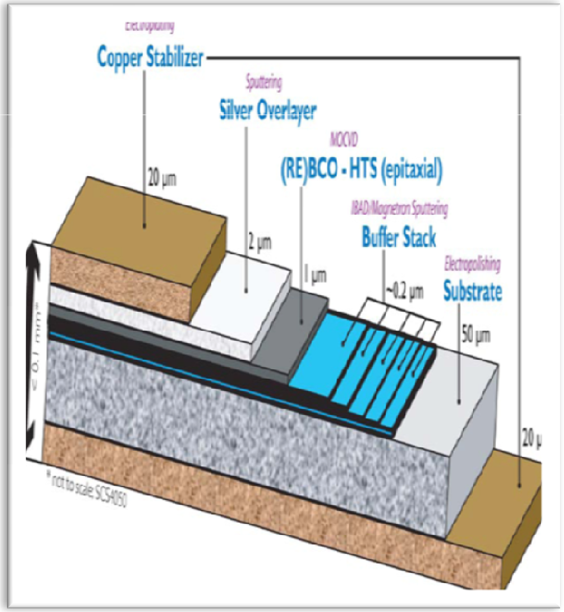
1G Bi-2223 आधारित HTS टैप

व्यावसायिक रूप से उपलब्ध HTS टैप:

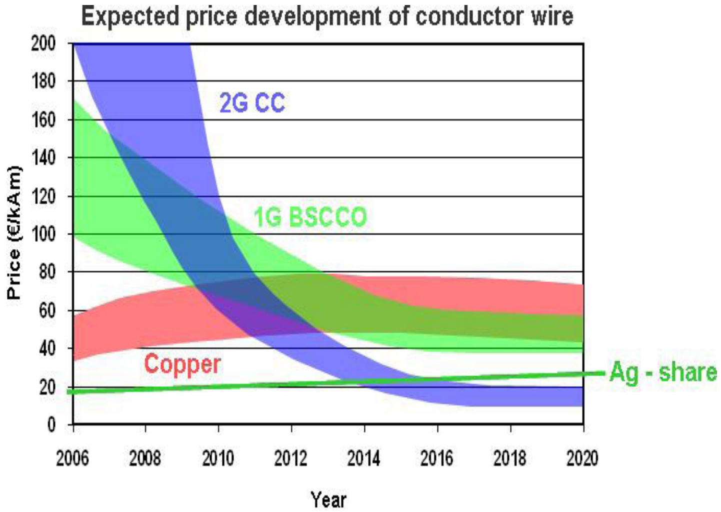
1G: Sumitomo; Nexans; Southwire; Brucker, Innost

2G: Superpower, American Superconductor; Super Ox; Theva, Sumitomo, Brucker; Su NAM; STI…

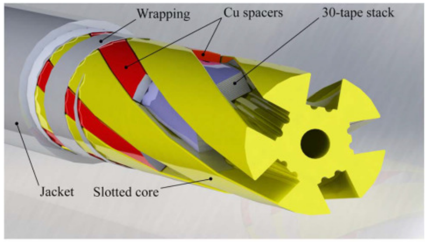
HTS based CICC

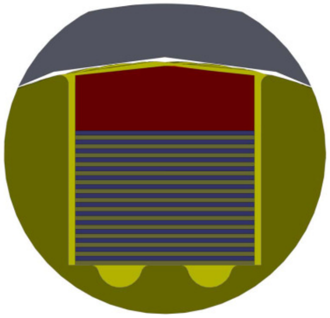


2G कौटेड कंड्क्टर आर्किटेक्चर
सौजन्य: Superpower Inc.



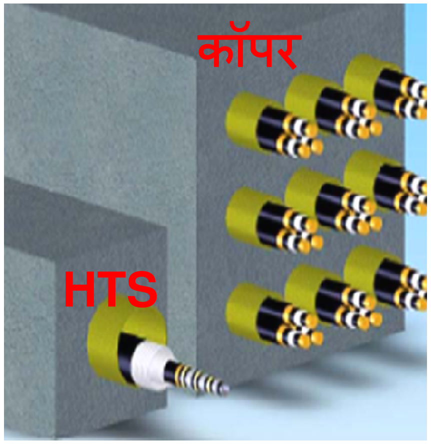
स्रोत: IEEE/CSC & ESAS European Superconductivity News Forum, No. 4, April 2008



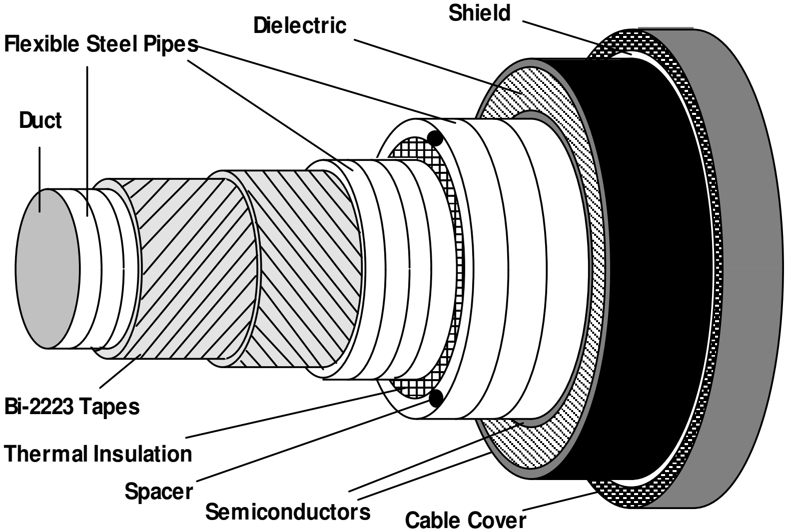


स्रोत: G. Celentano et al, IEEE Transactions on App. Superconductivity, Vol. 24, No. 3, June 2014

HTS पॉवर कैबल आधारित ट्रांसमिशन सिस्टम



पॉवर कैबल : HTS विरुद्ध कॉपर (ताँबा)



HTS कैबल का एक आकार

HTS कैबल के लाभ:-

- सघन
- भूमिगत ट्रांसमिशन
- हरित तकनीक (पर्यावरण के अनुकूल)
- क्रायोजेनिक शीतलन प्रणाली
- नियंत्रण और सुरक्षा प्रणाली

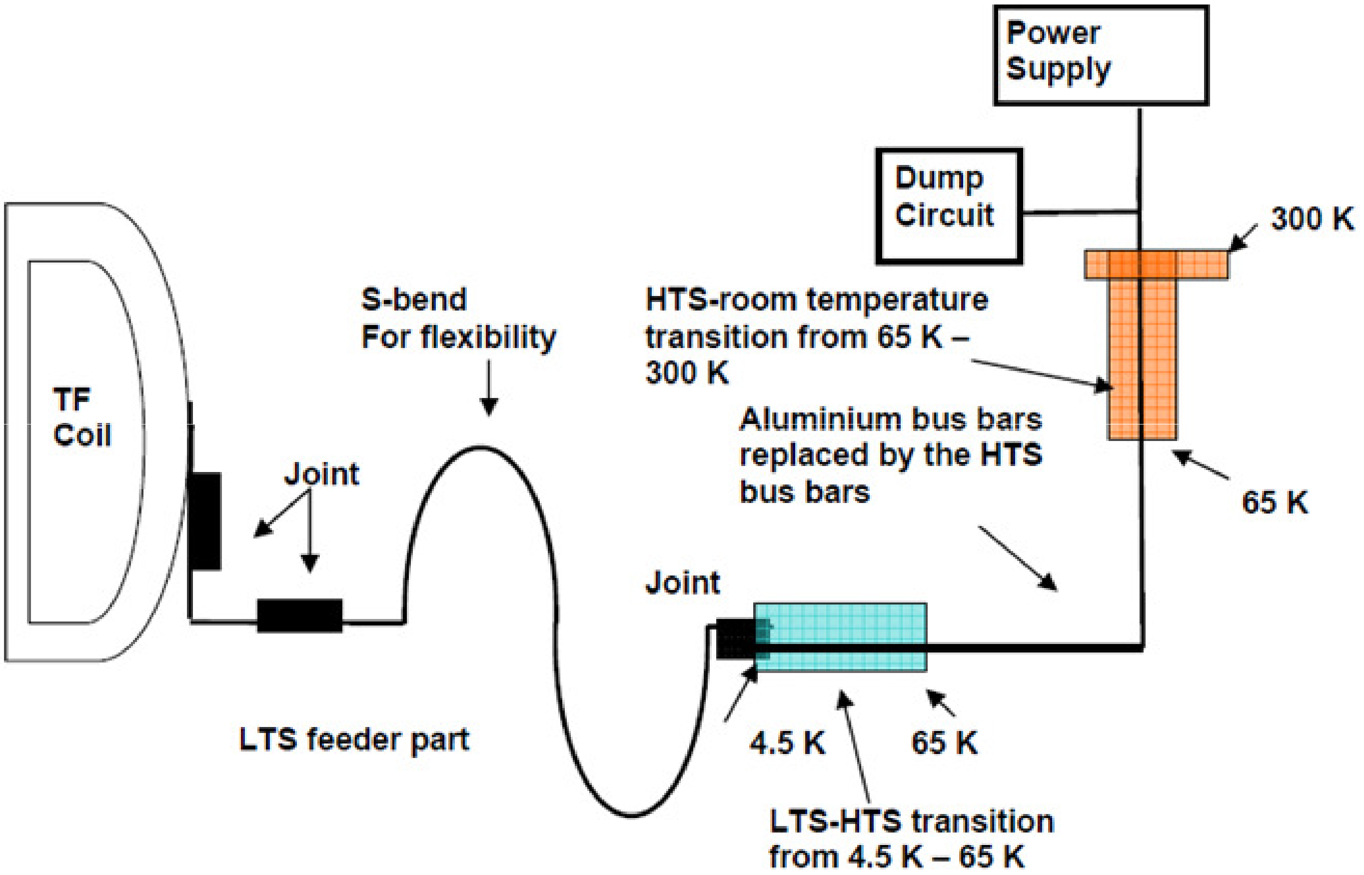
HTS कैबल के विभिन्न घटक :-

- क्रायोस्टेट
- सुपरकंडक्टिंग जोड़ एवं टरमिनेशन
- क्रायोजेनिक शीतलन प्रणाली
- नियंत्रण और सुरक्षा प्रणाली

HTS कैबल परियोजनाएँ:

- Carrollton 2000
- Albany (NY) project 2006
- Columbus project 2006
- Long Island project 2008
- New Orleans
- Super 3C
- Yokohama…

HTS कैबल का हायब्रिड HTS/LTS आधरित सुपरकंडक्टिंग फीडर प्रणाली में अनुप्रयोग



टोकामैक की LTS आधारित चुँबकों हेतु HTS आधारित सुपरकंडक्टिंग फीडर प्रणाली

भविष्य की कल्पना : सुपरकंडक्टिंग तकनीक से ग्रीन-हाउस गैस (GHG) उत्सर्जन में कमी

वर्ल्ड बैंक के 2014 के डाटा के अनुसार **भारत** में करीब **20 %** विद्युत पारेषण (ट्रांसमिशन) एवं वितरण हानि सालाना होती है [*]

* https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.LOSS.ZS?end=2014&locations=IN&start=1971&view=chart&year=2014

ट्रांसमिशन, वितरण हानि:

- ❑ तकनिकी हानि (जूल उष्मा, कैपेसिटिव, इम्पीडेंस, लीकेज धारा, ट्रांसफर्मर, डाइईलेक्ट्रीक, कोरोना, कॉन्टेक्ट अवरोध आदि....)
- ❑ गैर तकनीकी हानि (विद्युत चोरी, खराब मीटर, बिना मीटर धारा आपूर्ती, गलत बिलिंग...)

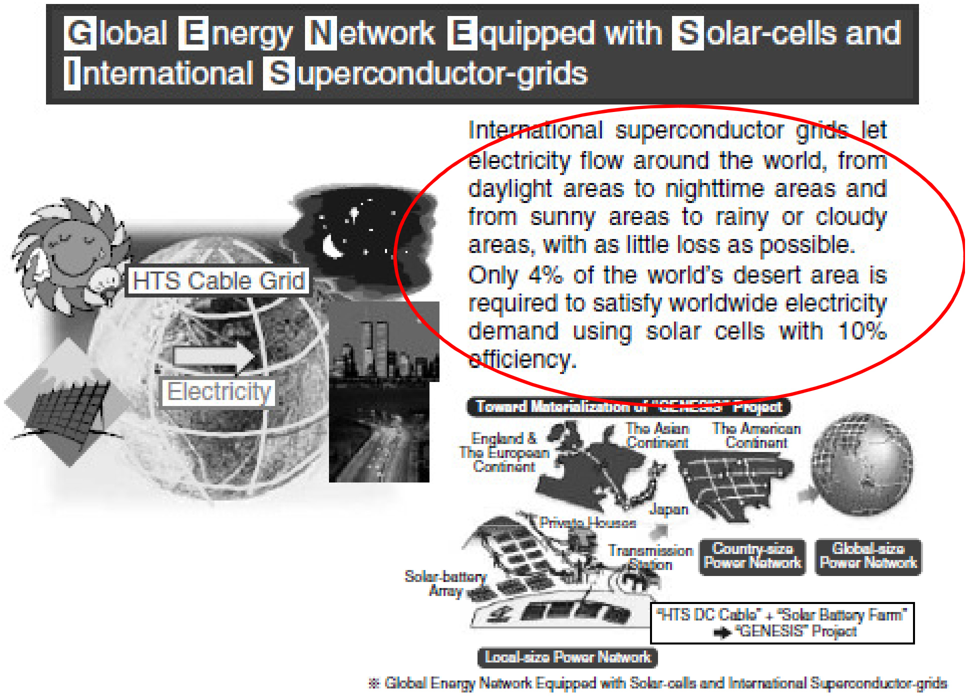
- ➢ ग्रीन-हाउस गैस (GHG) उत्सर्जन में कमी (जीवाश्म ईंधन के दहन से CO_2, CO, SO_2 आदि उत्सर्जन)
- ➢ उर्जा संरक्षण
- ➢ उर्जा दक्ष इलेक्ट्रीक यंत्र

वर्ष 2100 तक:

- वैश्विक CO_2 उत्सर्जन में बढ़ोतरी की वजह से 3 से 5 डिग्री तापमान की अस्थायी वृद्धि हो सकती है
- विश्व की आबादी ~ 10 अरब
- तेल युग का अंत

भविष्य की कल्पना : सुपरकंडक्टिंग हरित विश्व !

- उच्च शक्ति, कार्य-कुशल पवन-चक्की :
- HTS आधारित उर्जा दक्ष इलेक्ट्रीक यंत्रों जैसे जनरेटर, मोटर, ट्रांसफर्मर, पॉवर कैबल का विद्युत
- उर्जा संयंत्रों में उपयोग
- सुपरकंडक्टिंग चुम्बकीय उर्जा भंडारण (SMES) चुम्बकीय उर्जा भंडारण
- उच्च तापमान सुपरकंडक्टर्स आधारित विद्युत पारेषण (ट्रांसमिशन) एवं वितरण प्रणाली



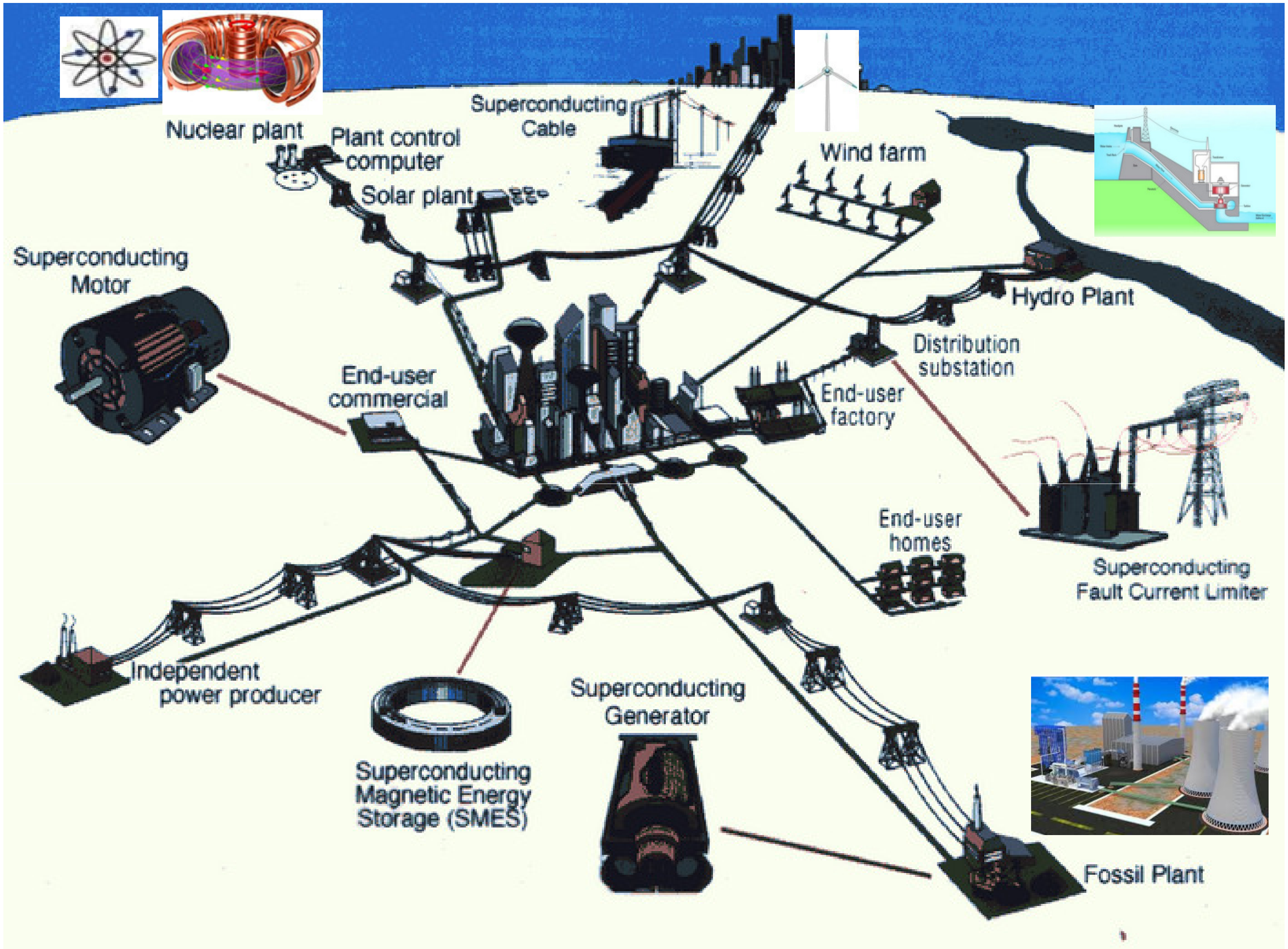
GENESIS – जीनेसिस परियोजना

सौजन्य: R. Hata et al, "GENESIS Project" and HTS DC Cable – Keen Use of Ultimately Sustainable New Energies" SEI Technical Review, No. 66, April 2008

Over 174 million birds are killed in the USA annually by high voltage lines.

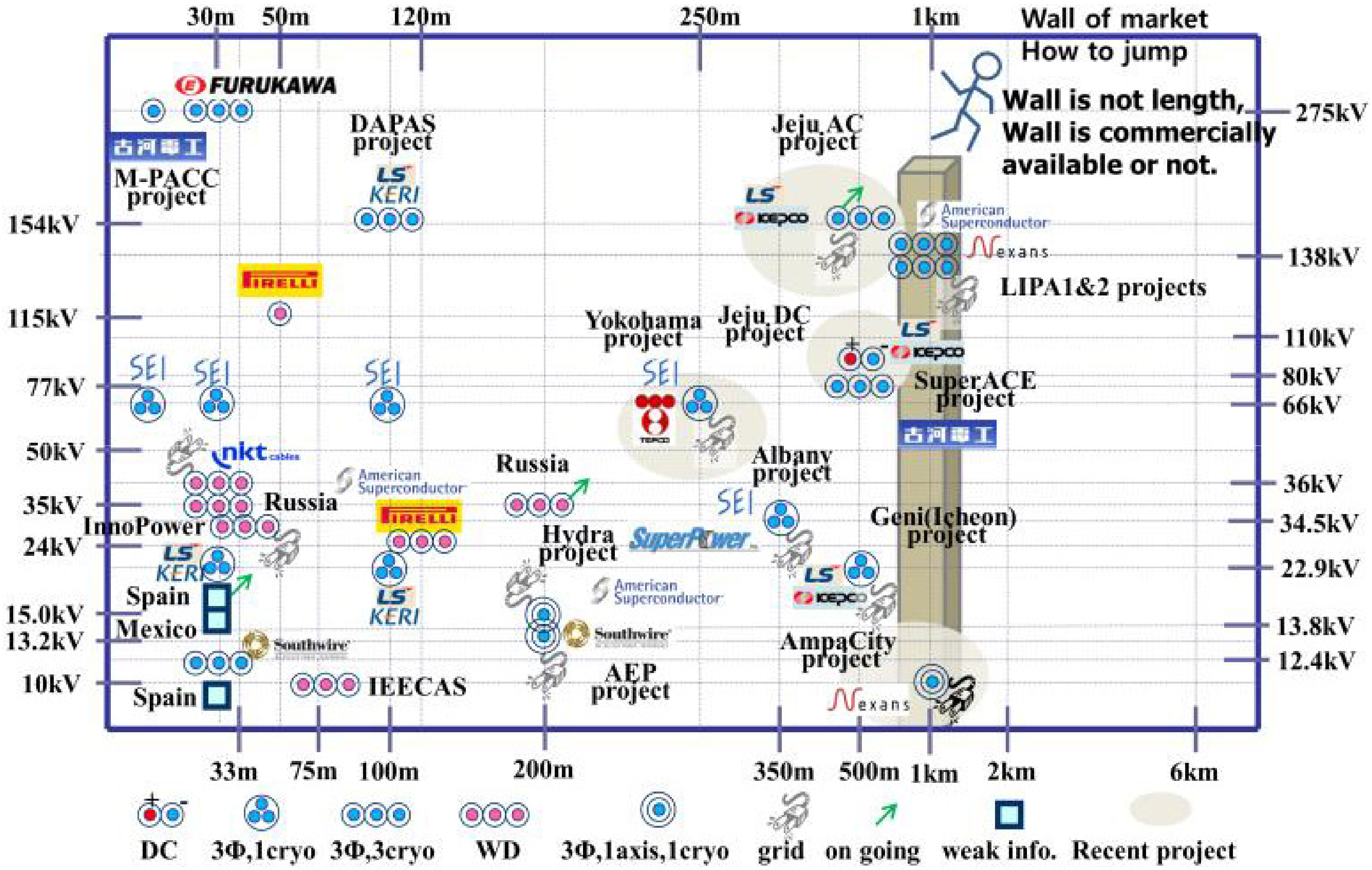
उच्च वोल्टेज तारों से अमेरिका में प्रतिवर्ष 17 करोड से अधिक पक्षी मारे जाते हैं स्त्रोत: क्लार्क, रेटा.

नवीनतम प्रयोग : HTS पॉवर कैबल आधारित ट्रांसमिशन प्रणाली



उच्च तापमान सुपरकंडक्टर्स आधारित विद्युत पारेषण (ट्रांसमिशन) एवं वितरण प्रणाली

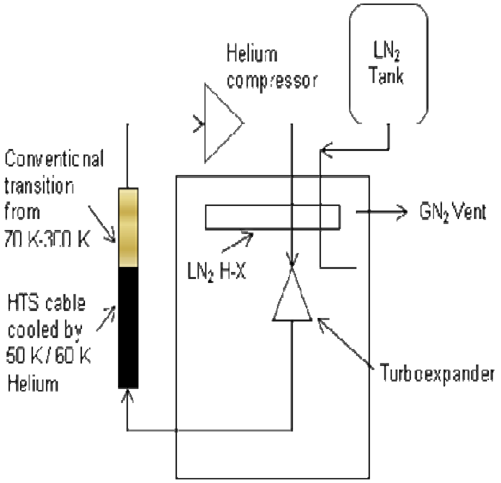
वैश्विक HTS कैबल परियोजनाऐं (लंबाई - वोल्टेज)



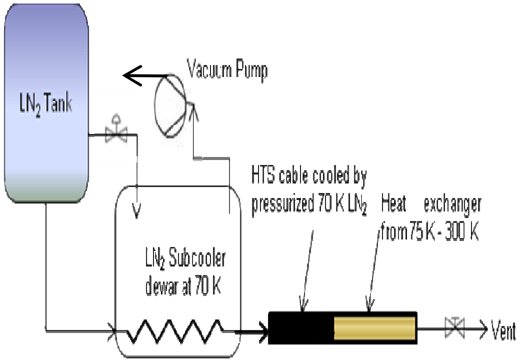
सौ: S. J. Lee at al, IEEE Transactions on Applied Superconductivity (EUCAS17-3LO4-01)

उच्च ताप अतिचालकों हेतु विभिन्न क्रायोजेनिक शीतलन विकल्प

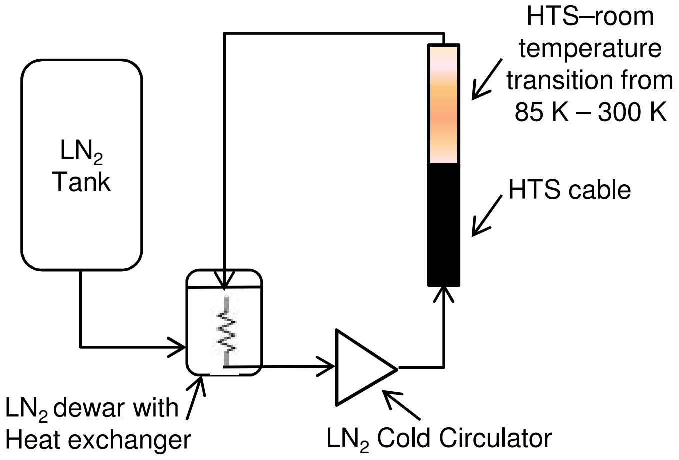
- ❖ तरल हीलियम (LHe) या सुपरक्रिटिकल हीलियम द्वारा शीतलन (~ 4.2 K)
- ❖ तरल नियॉन (LNe) द्वारा शीतलन (~ 27 K),
- ❖ तरल नायट्रोजन द्वारा (LN_2) शीतलन (~ 77 K)
- ❖ क्रायोकूलर द्वारा कंडक्शन (चालन) शीतलन
- ❖ 50 K / 60 K ठंडी हीलियम गैस द्वारा शीतलन
- ❖ 70 K सब-कूल्ड तरल नायट्रोजन द्वारा (LN_2) शीतलन
- ❖ 80 K प्रेशराइज़्ड तरल नायट्रोजन द्वारा (LN_2) शीतलन



50 K / 60 K ठंडी हीलियम गैस द्वारा शीतलन



70 K सब-कूल्ड तरल नायट्रोजन द्वारा शीतलन



80 K प्रेशराइज़्ड तरल नायट्रोजन द्वारा शीतलन (फॉर्स्ड फ्लो कूलिंग)

उच्च तापमान सुपरकंडक्टर्स (HTS) के अनुप्रयोगों हेतु क्रायोजेनिक शीतलन प्रणाली

- ✓ क्रायोजेनिक शीतलन प्रणाली हेतु कार्यशील द्रव्य (क्रायोजेन) का चयन परिचालन स्थितियों पर आधारित है।
- ✓ आमतौर पर हीलियम और नाइट्रोजन सबसे व्यापक रूप से प्रयुक्त क्रायोजेन हैं।
- ✓ विद्युत प्रचालन न होने पर भी एच.टी.एस. क्रायोजेनिक सिस्टम में उर्जा की खपत होती है, अत: एच.टी.एस. आधारित यंत्र ऑपरेशन ड्युटी चक्र के अनुसार डिज़ाइन किये जाते हैं ।
- ✓ सुपरकंडक्टिंग जॉइंट्स और कैबल द्वारा ऑपरेशन चक्र के दौरान उत्पन्न उष्मा भार की प्रतिपूर्ति शीतलन प्रणाली करती है ।
- ✓ विद्युत रेटिंग, ऑपरेशन (संचालन) ड्युटी चक्र और एच.टी.एस. के पूंजीगत लागत के आधार पर, विभिन्न शीतलन विकल्पों का तकनीकी-आर्थिक अध्ययन अतिआवश्यक है जिससे एच.टी.एस. प्रणाली के ओप्टिमाइज़्ड उपयोग में मदद मिलती है।
- ✓ एच.टी.एस. प्रणालियों के लिए शीतलन योजना एच.टी.एस. टेप के लिए पूंजीगत लागत के निवेश के मुकाबले संचालन के ड्यूटी चक्र पर आधारित होनी चाहिए।

निष्कर्ष / उपसंहार

- एच.टी.एस. प्रौद्योगिकी क्रायोजेनिक भार बचत प्रदान करता है और इसलिए यह लागत प्रभावी समाधान है ।
- एच.टी.एस. प्रौद्योगिकी के उपयोग से विद्युत पारेषण और ट्रांसमिशन नुकसान में काफी कमी होगी जो कि पर्यावरण के हित में भी होगी।
- एच.टी.एस. आधरित प्रणालियों के परिचालन के लिए तरल नाइट्रोजन द्वारा 77 K या फॉर्स-फ्लो कूलिंग या बाथ टाइप लैमिनार प्रवाह या सबकूल्ड तरल नाइट्रोजन या ठंडी हीलियम गैस द्वारा शीतलन किया जा सकता है।
- तरल हीलियम आधारित प्रणाली से जुडी लागत एवं तकनीकी जटिलताएं भी कम होगी।
- हालांकि एच.टी.एस. टेप के लिए पूंजीगत लागत का ठीक से मूल्यांकन करके एचटीएस प्रणाली को अनुकूलतम डिजाइन करने की आवश्यकता है ।
- एच.टी.एस. प्रणालियों को उच्च तापमान पर संचालित करने से क्रायोजेनिक लागत कम हो जाती है, लेकिन इसके परिणामस्वरूप एच.टी.एस. टेप पर तापमान मार्जिन कम और लागत अधिक हो जाती है।
- समग्र क्रायोजेनिक आवश्यकताओं और परिचालन लागत को कम करने के लिए एच.टी.एस. प्रणालियों का एक तकनीकी-आर्थिक रूप से व्यवहार्य समाधान तैयार किया जाना आवश्यक है।

सन्दर्भ

1. "Superconductivity: Basics & Applications to magnets", R. G. Sharma, Springer International 2015

2. Xian-Yong Xiao et al, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Vol. 26, No. 7, October 2016

3. Schmidt F. et al, Proceeding of Superconductivity Centennial Conference, Physics Procedia, Vol. 36, pp 1137-1144, (2012)

4. "Superconductors in the Power Grid: Materials and Applications", C. M. Rey, ed. Cambridge, U.K.: Woodhead, 2015, p. 38.

5. Hideaki Maeda et al, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Vol. 24, No. 3, June 2014

6. L. Y. Xiao et al, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Vol. 17, No. 2, June 2007

7. Jisung Lee et al, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Vol. 25, No. , June 2015

8. R. Hata et al, "GENESIS Project" and High-Temperature Superconducting (HTS) DC Cable –Keen Use of Ultimately Sustainable New Energies" SEI Technical Review, No. 66, April 2008

9. IEEE/CSC & ESAS European Superconductivity News Forum, No. 4, April 2008

10. G. Celentano et al, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Vol. 24, No. 3, June 2014

11. L. Y. Xiao et al, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Vol. 17, No. 2, June 2007

12. V. L. Tanna, PhD. Thesis, Institut für Technische Physik, FZK, 2006

13. Woo-Jin Kim et al, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Vol. 27, No. 4, June 2017

धन्यवाद

Thermal Performance Enhancement of Liquid Nitrogen Distribution System of SST-1

एस एस टी की द्रव नाइट्रोजन वितरण प्रणाली के थर्मल निष्पादन में वृद्धि

राजीव शर्मा, क्रायोजेनिक विभाग, एस एस टी-1
आई पी आर, गाँधीनगर

प्रारुप (Outline)

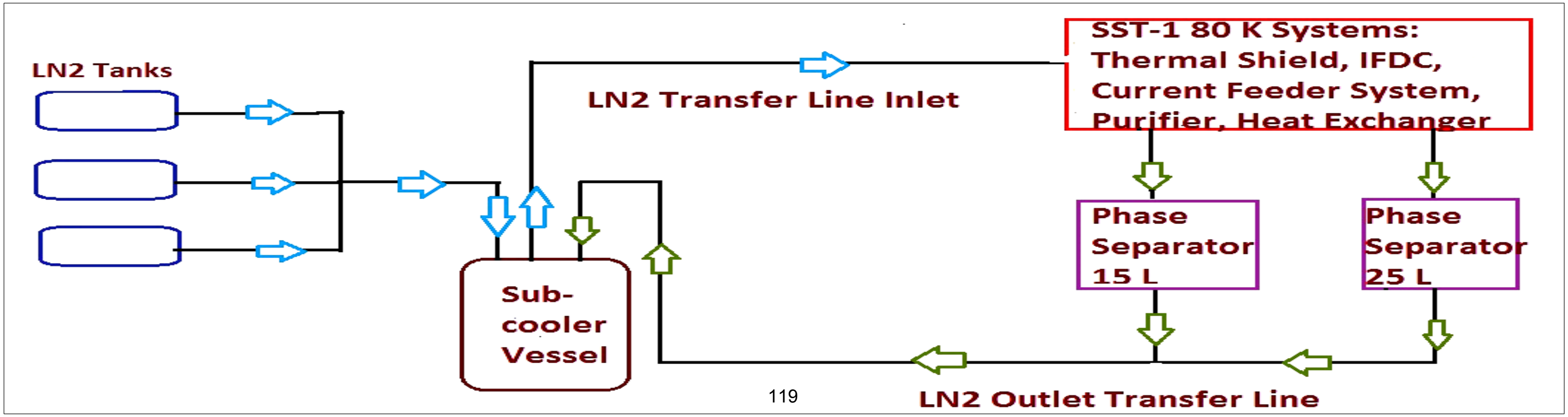
- प्रस्तावना
- क्रायोजेनिक थर्मल इन्सुलेशन के प्रकार
- द्रव नाइट्रोजन वितरण प्रणाली की जाँच और निरीक्षण
- इन्सुलेशन मेटेरियल का चयन और इसकी तकनीकी आवश्यकता
- इन्सुलेशन मेटेरियल की तकनीकी विशिष्टता
- डिजाइन की गणना और परिणाम
- इन्स्टालेशन तकनीकी और मरम्मत प्रक्रिया
- थर्मल प्रदर्शन और सत्त्यापन (वेलिडेशन) टेस्ट
- काम के दौरान चुनौतियॉ और अनुभव
- निष्कर्ष (conclusion)
- अभिस्वीकृति (Acknowledgment)
- सदंर्भ (References)

प्रस्तावना

- थर्मल इन्सुलेशन ऊष्मा (हीट) ट्रांसफर के लिये एक प्रतिरोधक का काम करता है।
- कोल्ड लाइनें हीट के गेन को जबकि हीटंग लाइनें हीट के लोस को रोकतीं है ।
- द्रव नाट्रोजन वितरण प्रणाली (System) मे हीलियम संयंत्र का 80 केल्विन की थर्मल शील्ड, करेंट फीडर सिस्टम, एकीकृत प्रवाह (flow) वितरण और नियंत्रण प्रणाली, प्री-कूलिंग हीट एक्सचेंजर और पयूरिफायर निहित होता है।
- 80 केल्विन प्रणाली में इस्स्तेमाल होने वाला इन्सुलेशन

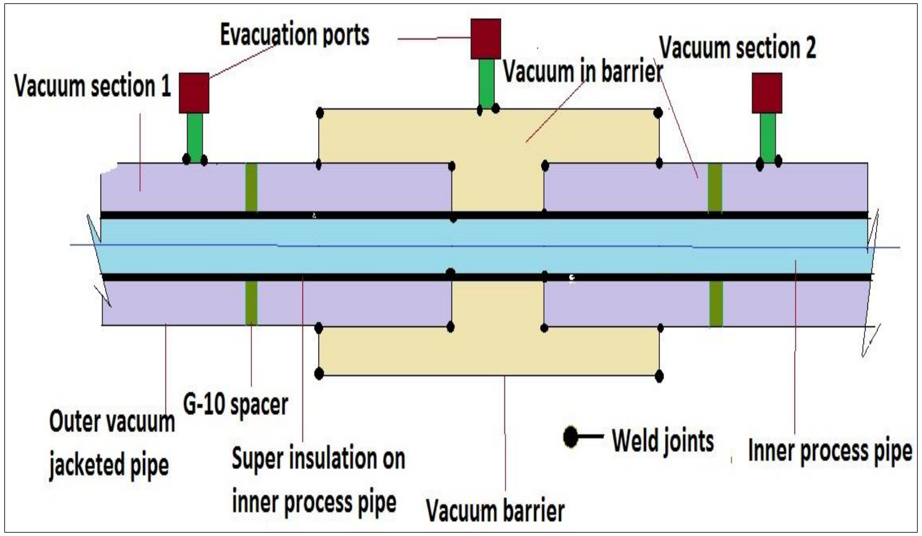
(i) 10^{-3} मिली बार वैक्यूम + सुपर मल्टी लेयर इन्सुलेशन डबल वाल्ड वैक्यूम जेकेटेड इनलेट क्रायोजेनिक ट्रांसफर लाइनों के लिये

(ii) थंमल इन्सुलेशन (क्रायोजेनिक ग्रे ड) क्रायोजेनिक वेंट आउट्लेट ट्रांसफर लाइनों के लिये

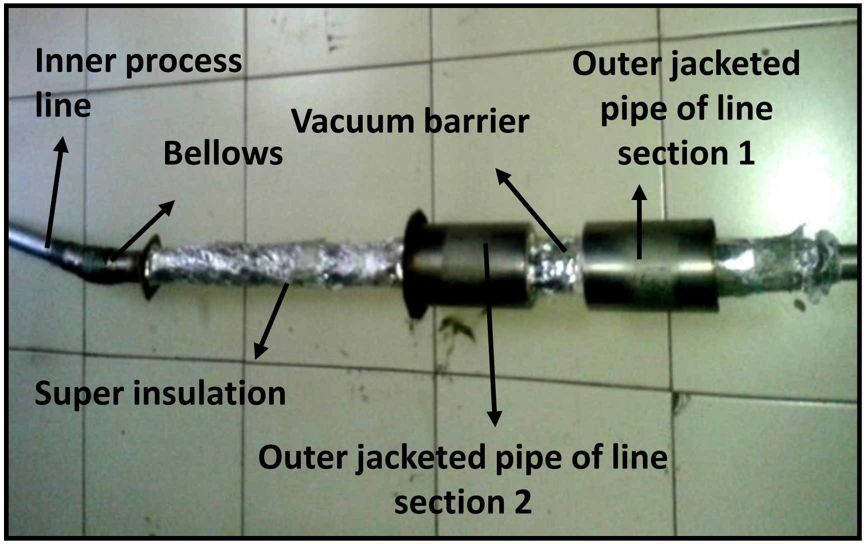


80 K द्रव नाइट्रोजन वितरण प्रणाली का स्किमैटिक

LN_2 क्रायोजेनिक ट्रान्सफर लाइन और वितरण प्रणाली



स्किमैटिक : 80 K द्रव नाट्रोजन ट्रान्सफर लाइन



80 K द्रव नाट्रोजन ट्रान्सफर लाइन की आतंरिक संरचना

LN_2 ट्रान्सफर लाइन और वितरण प्रणाली

क्रायोजेनिक थर्मल इन्सुलेशन

इन्सुलेशन प्रकार	निम्मतम तापमान (°C)	उच्चतम तापमान (°C)	मानक (स्टैंन्डर्ड)
मिनरल ग्लास वूल	0	250	EN 13162
कैल्सियम सिलीकेट	-18	650	EN 13162
सेल्युलर ग्लास	-260	480	EN 13167
पालीयुरथेन फाम(PUF)	-210	120	EN 13165
पालीआइसोसाइनुरेट	-180	150	EN 13166
फाइबर ग्लास	-30	540	EN 13162
फोम्ड नाइट्राइल रबर	-200	85	EN 13162

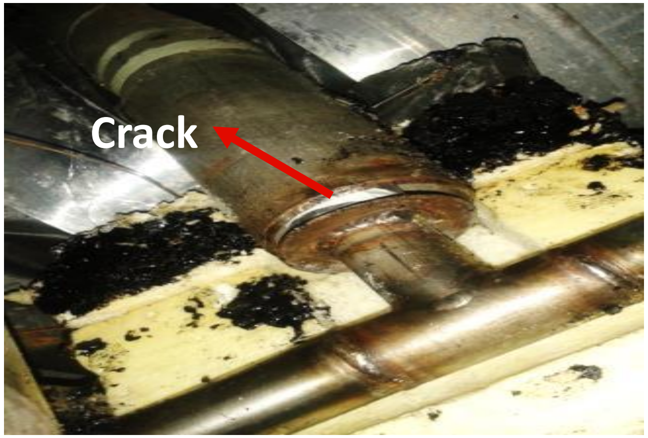
द्रव नाइट्रोजन वितरण प्रणाली की जाँच और निरीक्षण

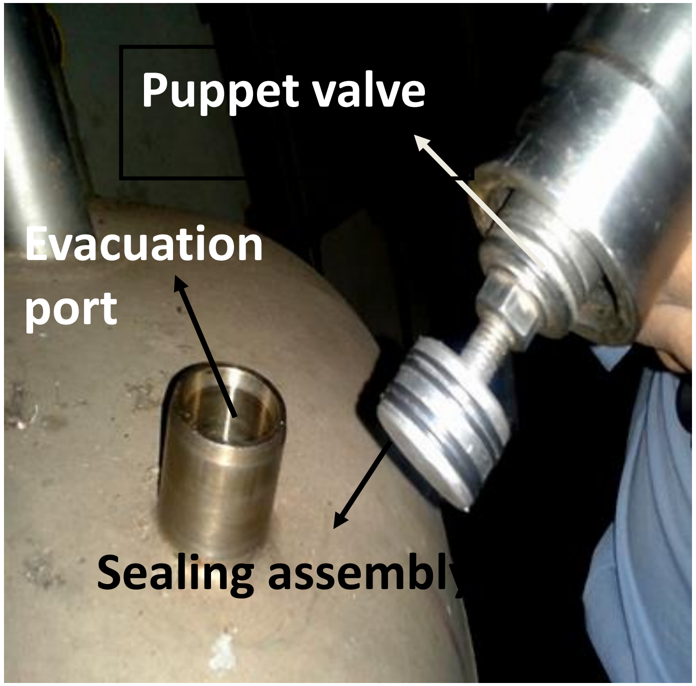
- इस प्रणाली के निम्नलिखित सक्शेनों में काफी मात्रा मे फ्राँस्टिंग और कंडेनसेशन अब्जर्व्ड हुआ (i) LN2 ट्रांसफ्रर लाइन (ii) करेंट फीडर सिस्टम (iii) एकीकृत प्रवाह (flow) वितरण (iv) पयूरिफायर (v) मेन रिर्टन वेंट लाइन और आउट्लेट्स सब-कूलर वेसल
- ट्रांसफ्रर लाइन के इवैक्यवैशन पोर्ट से LN_2 फ्लूअड का लीकेज

कारण (Causes)

- अपर्याप्त थर्मल इन्सुलेशन की मोटाई
- वाटर वेपर डिफ्यूसन कोअफिशन्ट की कम वेल्यु
- पुराने इन्सुलेशन मेटेरियल में एजिंग प्रभाव
- वैक्यूम का क्षरण > 10^{-1} मिली बार LN2 ट्रांसफ्रर लाइन के ऐन्यलर स्पेस में
- हवा के लीकेज के कारण दबाव का बढना
- सतह का तापमान < ओस बिंदु तापमान (Dew point temp.)
- अनकंट्रोलड कूल डाऊन और वार्म अप 300-77-300 K के तापमान साइकल्स से प्रेरित (Induced) थर्मल स्ट्रेस और स्ट्रेन

80 K द्रव नाट्रोजन वितरण प्रणाली में फ्रॉस्टिंग और कंडेनसेशन





इन-हाउस विकसित पपेट वाल्व

क्रायोजेनिक डिसमिलर मेटेरियल सील

80 K द्रव नाट्रोजन वितरण प्रणाली में लीकेज

तकनीकी आवश्यक्ताएँ और इन्सुलेशन मेटेरियल का चयन

- कम थर्मल चालकता (Thermal conductivity)
- वाटर वेपर डिफ्यूसन कोअफिशन्ट (μ =10-100 डिफ्यूसन टाइट मेटेरियल के लिये)
- फायर क्लासीफिकेशन (DIN 4102, BS 476, EN 13501)
- कोरोसन खतरा (corrosion risk)
- तापमान सीमा (Temp Range)
- सेल संरचना (Cell Structure):(μ = 1: ओपेन सेल, 3-7: क्लोज्ड सेल)
- घनत्त्व (Density)
- मौसम प्रतिरोधक क्षमता (Weathering Resistance)
- आयामी स्थिरता (Dimensional Stability)
- ईजी अप्लीकेशन
- किफायती (Economical) और कास्ट सेविंग
- हल्का और कम मरम्मत (Light weight and less Maintenance)

इन्सुलेशन मेटेरियल की तकनीकी विशिष्टताए

मापदंड (Parameters)	फोम्ड नाइट्राइल रबर (नाइट्राइल)	पालीयुरथेन (PUF)
थर्मल चालकता (Thermal conductivity) at 77 K (W/m.K)	0.019	0.021
तापमान सीमा (Temp Range)	-200 to +85	-190 to +110
वाटर वेपर पारगम्म्यता (water vapour permeability)	7000 as per BS EN ISO 9346:1996	5.84 x10^{-3} µg-m/s.N as per BS: 4370 part 2, 1972)
वाटर अब्जार्प्शन 24 hrs में	0.2% by volume	1.9 % by volume
फायर परफोरमेन्स	Class O	Class P (Not easy ignitable)
घनत्त्व (Density) Kg/m^3	60-70	40
क्लोज्ड सेल कन्टेंट %	95	90
नाइज रिड्क्शन (साउन्ड अब्जॉर्प्शन कोअफिश्न्ट) ISO 354: 2003	Up to 30 dB (A)	Up to 20 dB (A)

डिजाइन की गणना और परिणाम

- लाइन तापमान Line Temperature:77 K
- सापेक्षिक आर्द्रता Relative Humidity : 85%
- ऐम्बीअन्ट तापमान : 303 K
- ओस बिंदु तापमान (Dew point temp): 301 K
- हवा का वेग Wind Velocity: 1 m/s
- फ्रास्टड आइस की उत्त्सर्जकता (Emissivity) : 0.95
- स्टील पाइप की उत्त्सर्जकता :0.15
- इन्सुलेशन की उत्त्सर्जकता :0.05

प्रयुक्त समीकरण Equations used

- हीट लोस फ्रोम अक्रॉस पाइप (SS 304), $Q_1 = 2\pi K_m L (T_2 - T_1) / \ln (r_2 r^{-1})$ W/m
- हीट लोस फ्रोम फ्लूअड टू मेटल वाल (कन्वेक्शन): $Q_2 = h A(T_2 - T_1)$ W/m
- हीट लोस (रेडीएशन): $Q_3 = \sigma €A (T^4_2 - T^4_1)$, सर्फस थर्मल रीजिस्टन्स $R_s = 1/h$ $K\text{-}m^2/W$, h= हीट ट्रान्सफर कोअफिश्न्ट, € = Emissivity
- इन्सुलेशन का थर्मल रीजिस्टन्स : $R_1 = t_k/K_m$, $K\text{-}m^2/W$,
- इन्सुलेशन की इक्विवलन्ट मोटाई:

$$t_{eq} = r_2 \times \ln (r_2 / r_1)$$

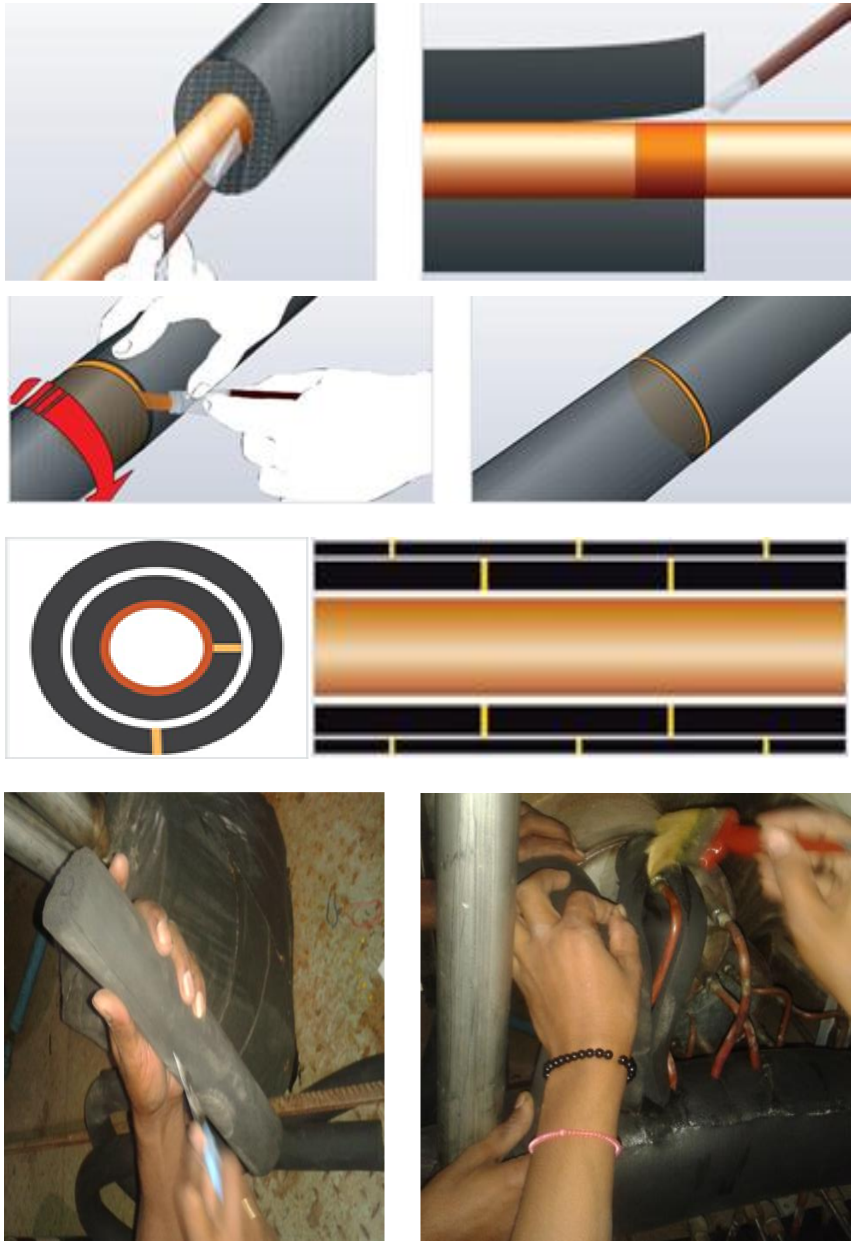
<table>
<tr><th>पाइप साइज (OD) : 0.063 m
इन्सुलेशन : नाइट्राइल रबर O क्लास</th><th>सतह का तापमान K</th><th>थर्मल चालकता W/m-K</th><th>इन्सुलेशन की मोटाई mm</th><th rowspan="6">सतह गुणांक
Surface coefficient : 10.44 W/m² .K)

अधिकतम हीट गेन
Max. Heat gain (linear): 23.63 W/m

हीट गेन :
27.42 W/m²

ISO 12241 मानक के अनुसार</th></tr>
<tr><td>लेयर 1</td><td>190</td><td>0.020</td><td>25</td></tr>
<tr><td>लेयर 2</td><td>240</td><td>0.028</td><td>25</td></tr>
<tr><td>लेयर 3</td><td>265</td><td>0.032</td><td>19</td></tr>
<tr><td>लेयर 4</td><td>285</td><td>0.034</td><td>19</td></tr>
<tr><td>लेयर 5</td><td>300</td><td>0.036</td><td>19</td></tr>
</table>

अप्लाइंग और इन्स्टालेशन तकनीक

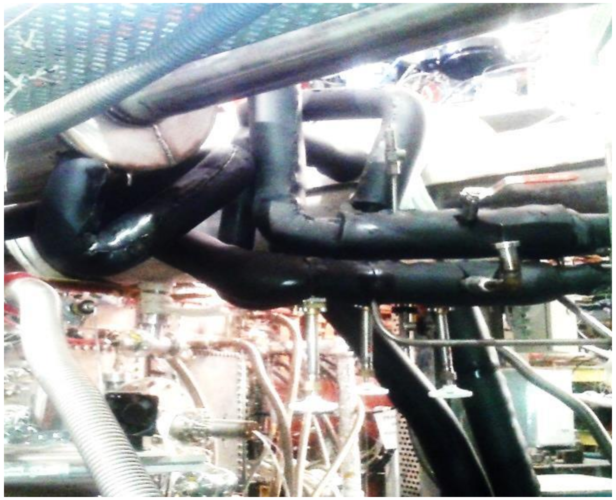


फ़्लेक्सबल इलैस्टोमर फोम नाइट्राइल रबर

- स्टैगर्ड डबल लेयर तकनीक
- क्रायोजेनिक पाइपिंग में 100 मिमी का गेप दो इन्सुलेशन सतहों के बीच में विमुक्त (free) सवंहन (convection) की सुनिश्चिता के लिए
- अप्लाइड संयुक्त (joint) इन्सुलेशन सतहों का एक लाइन मे नही होना चाहिए

80 K सिस्टमों में प्रयुक्त (Applied) नाइट्राइल इन्सुलेशन

सब-कूलर वेसल



80 K शील्ड TF और PF कॉइल की

10 kA करेंट फीडर सिस्टम

80 K बूस्सटर सिस्टम

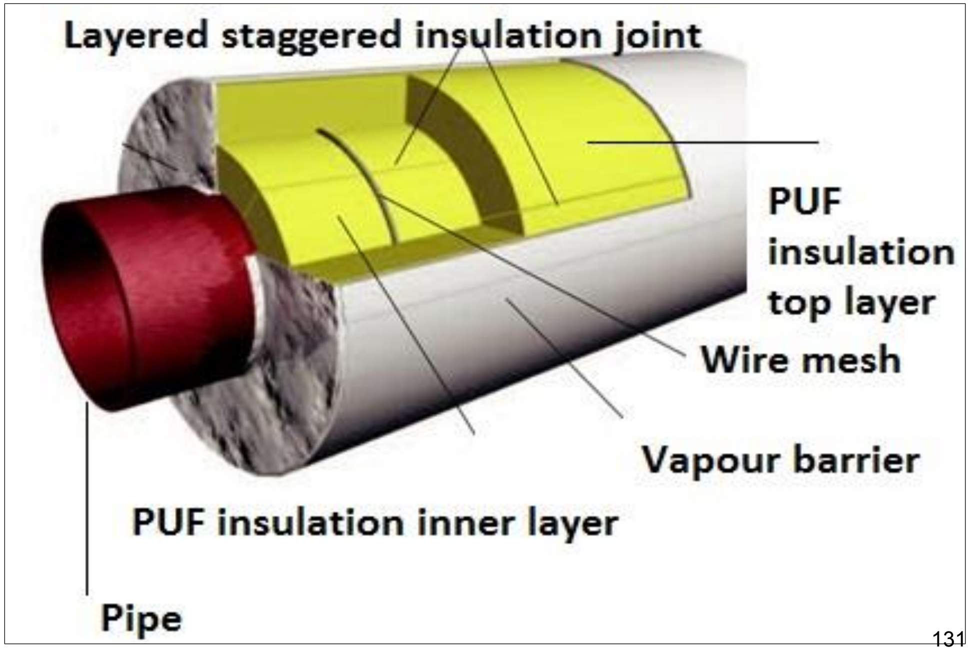
IFDC 80 K थर्मल शील्ड

मेन सप्लाइ और रिर्टन 80 K लाइन

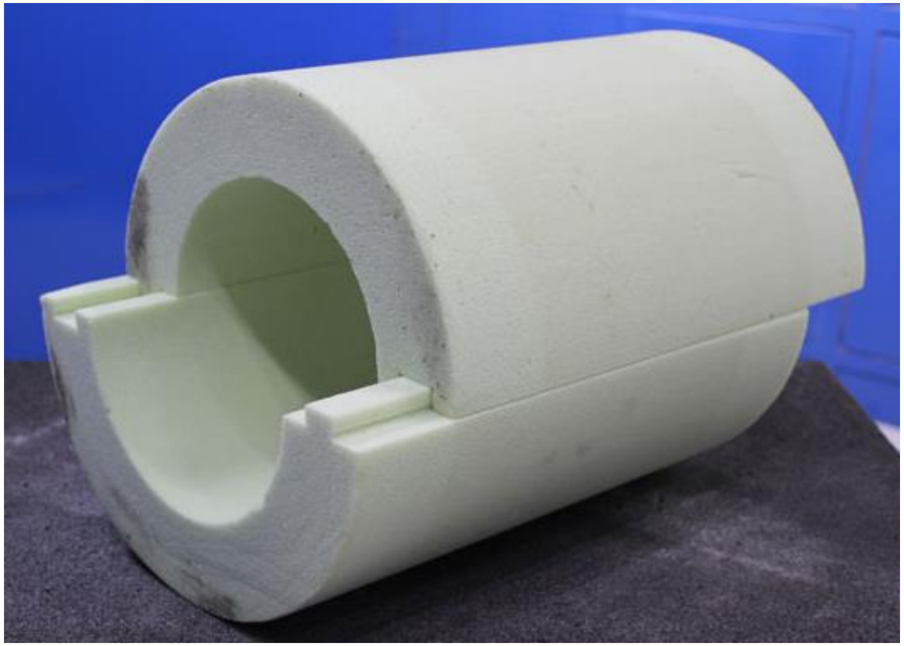
अप्लाइंग और इन्स्टालेशन तकनीक

पालीयुरथेन फाम (PUF)

- टु हाफ ग्रूव सेक्शन में बिटुमिन ऐडहसीव के साथ
- एक लेयर पालीयुरेथन सीट 12 माइक्रोन हवा बैरियर के लिए
- एस एस वायर जाली (नेट) इन्सुलेशन की हर लेयर पर ~50 मिमी ओवरलेप पर
- सबसे बाहरी सतह पर 24g AL मेटेरियल की क्लैडिंग (आवरण)
- अप्लाइड संयुक्त (joint) इन्सुलेशन सतहों का एक लाइन मे नही होना चाहिए



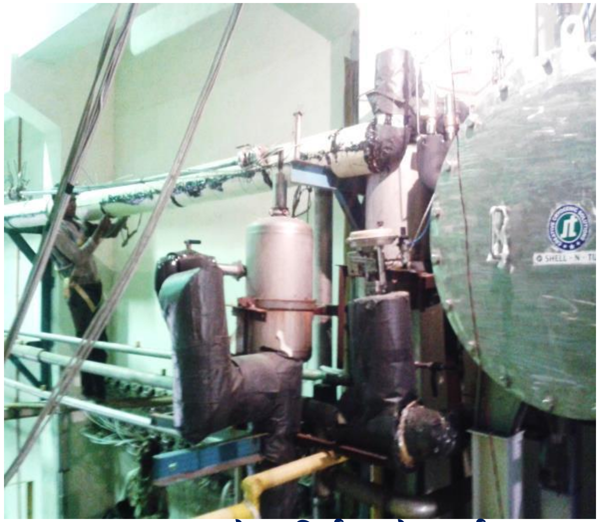
पफ इन्सुलेशट लाइन की आतंरिक संरचना



पफ इन्सुलेशन टू हाफ सेक्शन में

80 K सिस्टमों में प्रयुक्त (Applied) पफ इन्सुलेशन

वेंट लाइन



80 K मेन रिर्टन नेटवर्क

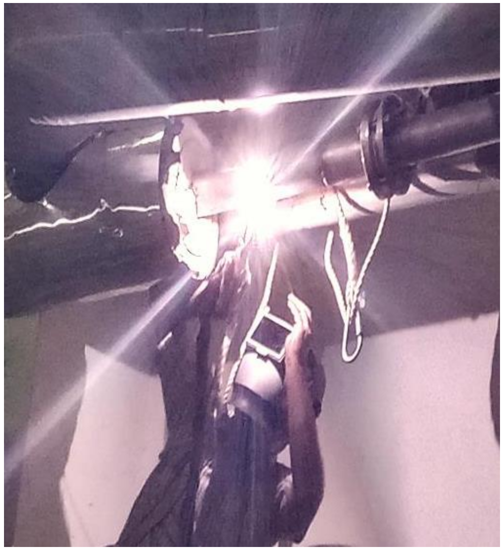
LN_2 वेसल

80 K NBI सिस्टम

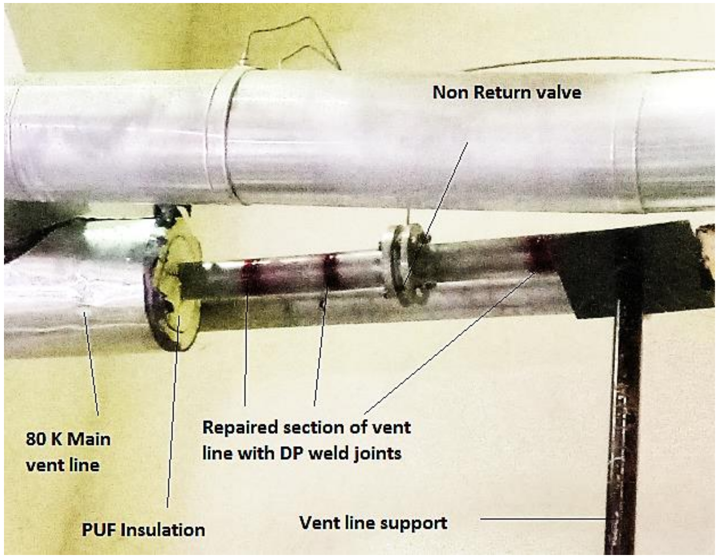
सब-कूलर वेसल

LN_2 मेन रिर्टन वेंट लाइन

क्रायोजेनिक ट्रांसफर और इन्सुलेटेड कोल्ड लाइन की मरम्मत



LN_2 लाइन वेल्डिंग



रिपेयर्ड LN_2 मेन रिर्टन वेंट लाइन लाइन

ओल्ड इन्सुलेशन

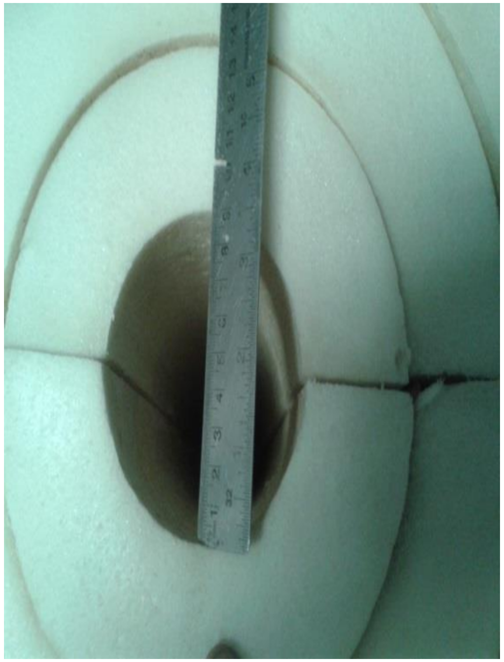
वैक्यूम और इन्सुलेशन कार्य

रिपयेरिंग के बाद 80 K सिस्टम

इन्सुलेशन सिस्टम के थर्मल निष्पादन (performance), सत्त्यापन (validation) टेस्ट और परिणाम

इन्सुलेशन मेटेरियल : पफ पाइप सेक्शन (1इन्च x 100 मिमी.)	वैल्यू	मानक (स्टैंन्डर्ड)	ओब्जर्वेशन (अवलोकन)
हीलियम लीक टेस्ट (0-4) बार (g), 300 K, 77 K	< 2.0x10^{-6} mbar l/s	स्नीफर मोड	टेस्ट IPR में
थर्मल साइकल टेस्ट	300-77-300 K	ANSI / EIA-364-32C-200	कोई क्रेक नही
घनत्त्व	39.08 Kg/m^3	ASTM C 303	
कम्प्रेसिव शक्ति	0.12 N/mm^2	DIN 53421	टेस्ट सर्टिफिकेट गवर्मन्ट अप्रूव्ड लेब्रोटोरी द्वारा
क्लोस सेल कन्टेन्ट	96.25	IS 11239 Part 5	
वोटर वेपर पर्मीअबिलिटी	0.058	DIN 53431	
थर्मल चालकता	0.020	ASTM C177	
डिमेन्शनल स्टबिलिटी (i) -25°C (ii) 70 °C	(i) -0.29 (ii) Nil	DIN 53431	

इन्सुलेशन का वोटर वेपर पर्मीअबलिटी टेस्ट



डिमेन्शनल चेक

थर्मल शॉक टेस्ट

ट्रान्सफर लाइन का वैक्यूम और हीलियम लीक टेस्ट

इन्सुलेशन का 80 K तापमान पर वेलिडेंशन

चुनौतियां और अनुभव

- इन्सुलेशन का इन्स्टालेशन, मरम्मत और प्रदर्शन परीक्षण जटिल 80 केल्विन नेटवर्क 12 मीटर की ऊंचाई पर कार्य
- ट्रांसफ्रर लाइन के किसी सेक्शन में वैक्यूम डिग्रेडेशन, कान्डेन्सेशन और आइस की फ्रॉस्टिंग का होना लीक की पुष्टि (confirm)
- 80 केल्विन क्रायोजेनिक सिस्टम के जटिल शेप, वाल्लव, एलबों, लूपस, फ्लेंज क्नेकशन, रिडूयसर पर इन्सुलेशन का इन्स्टालेशन
- विभिन्न प्रकार के क्रायोजेनिक थर्मल इन्सुलेशन का अनुभव और उनका व्यवहार कम तापमान पर
- पूरे 80 केल्विन नेटवर्क के पुराने इन्सुलेशन सिस्टम (ग्लास वूल) को बदलना नये क्रायोजेनिक इन्सुलेशन के साथ, एक अथक प्रयास के कारण सभंव

निष्कर्ष (Conclusion)

- 80 केल्विन क्रायोजेनिक सिस्टम की वितरण प्रणाली की सप्लाई और रिर्टन ट्रांसफर लाइनों (6 to 150 मिमी की साइज) में इन्सुलेशन का इन्स्टालेशन (लगभग100 मीटर) और सत्यापन (वेलिडेंशन)
- इन्सुलेटेड और मरम्मत की गयी क्रायोजेनिक ट्रांसफर लाइनों में कोई वैक्यूम डिग्रेडेशन, कान्डेन्सेशन और आइस फ्रॉस्टिंग को नही देखा गया।
- इन-हाउस मरम्मत की गयी LN_2 क्रायोजेनिक ट्रांसफर लाइन को ओपरेशनल कंडीशन में वेलिडेंट किया गया, कोई हीलियम लीक रिसाव नही
- भारी मात्रा में LN_2 फ्लूअड की बचत
- मेनपावर और उपकरणों की सुरक्षा, LN_2 फ्लूअड के लीकेज को रोककर
- एस एस टी-1 के 80 केल्विन थर्मल क्रायोजेनिक वितरण प्रणाली के प्रर्दशन में वृदधि

अभिस्वीकृति (Acknowledgment)

- क्रायोजेनिक टीम मेम्बर
- मेसर्स आबाद इन्सुलेशन, अहमदाबाद
- मेसर्स क्रियेटिव इंजीनियरींग, अहमदाबाद
- सेफ्टी आफिसर, आइ पी आर, गांधीनगर

रेफ्रन्स

- HVAC थर्मल इन्सुलेशन मैन्यूअल
- आरमासेल एड्वान्ड इन्सुलेशन मैन्यूअल, यू. के.
- आर्टीकल इन्सुलेशन एन्ड रिफेक्टरी
- क्रायोजेनिक इन्सुलेशन, डोना कोर्रादीनी, फोम एन्ड केमिक्ल्स, इटली

धन्यवाद

व्हिस्टलर तरंगे

अमूल्य कुमार सन्यासी

तरंगे क्या है ?

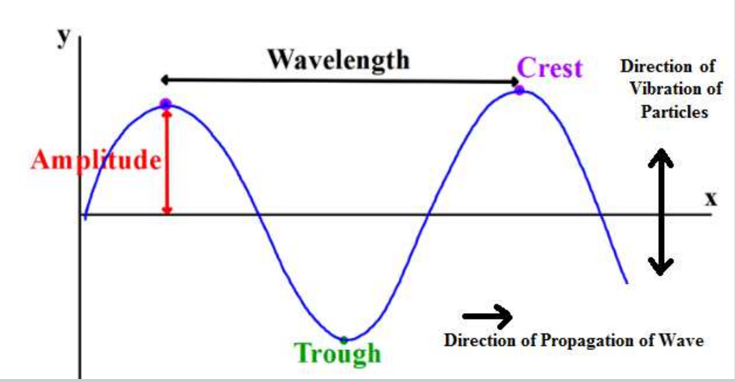
- माध्यम (ठोस पदार्थ, तरल, एवं गैस) में ऊर्जा का उतार चढ़ाब जो की वस्तु को परिवहन करे बिना प्रसारित होता है।
- हम विभिन्न अवस्था में तरंगों से सामना करते हैं।
- कहना और सुनना तरंगों पर निर्भर है।
- आधुनिक फोन नेटवर्क (मोबाइल) का उपयोग।
- पदार्थ विज्ञान, रसायन विज्ञान और गणित शास्त्र के कई विभागों को तरंग एवं उनके बीच अंत-क्रिया के माध्यम से समझा जा सकता है।
- इसके अलावा अणु और परमाणु का रहस्य भी इनमें समाई तरंगों से अच्छे तरीके से समझा जा सकता है।
- संक्षेप में, तरंगे हमारे सामान्य जीवन को हर समय प्रभावित कर रही है।

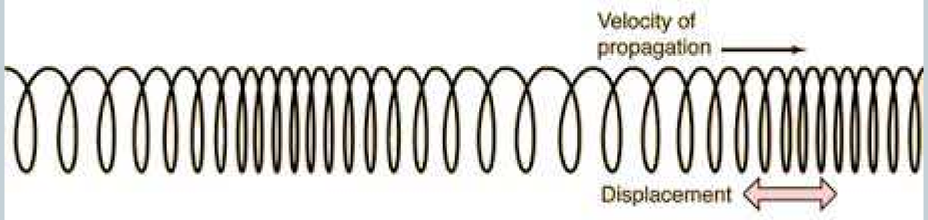
तरंगों के कुछ विशेष गुण

- यह एक जगह से दूसरी जगह तक माध्यम और बिना माध्यम के प्रसारित हो सकती है।
- यह आवेग और ऊर्जा को प्रसारित कर सकती है।
- किसी सतह से प्रतिबिम्बित हो सकती है।
- किसी भी माध्यम से पार हो सकती है।
- तरंगे आपस में अंत:क्रिया कर सकती हैं।
- अपना स्वरूप बादल सकती हैं।
- अपनी ऊर्जा खो सकती है और बढ़ा सकती हैं।

तरंगों के प्रकार और पहचान

- 1) यान्त्रिकी तरंग: इन्हे प्रसारित होने के लिए माध्यम की आवश्यकता है: ध्वनि तरंग
- 2) गैर-यान्त्रिकी तरंग: इन्हें प्रसारित होने के लिए माध्यम का होना जरूरी नहीं है: प्रकाश तरंग (विद्‍युत-चुंबकीय)
- 3) मूल तत्व तरंग: इलेक्ट्रॉन और प्रोटोन (क्वांटम मैकेनिकल)





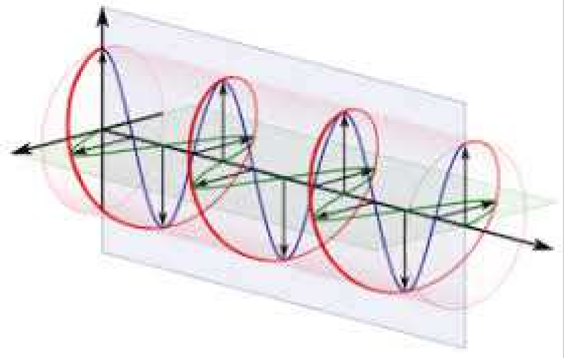
पहचान: तरंग आयाम (λ), अवृत्ति (ω), विस्तार (A)

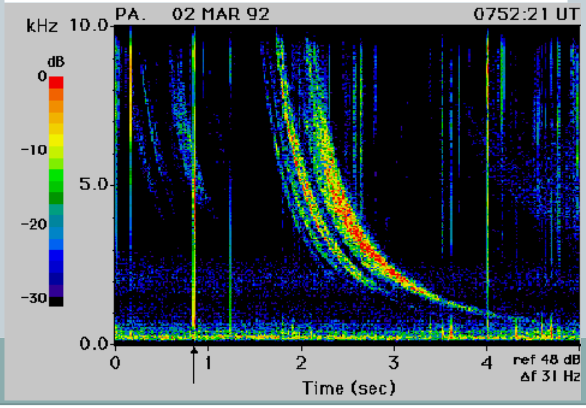
प्लाज्मा में तरंगे

- प्लाज्मा में कई तरह की तरंगे प्रसारित होती हैं जैसे की चुंबकीय क्षेत्र के बिना और चुंबिकीय क्षेत्र के साथ।
- इनमें से कुछ तरंगे विद्युतस्टैटिक और कुछ विद्युत-चुंबकिय होती हैं।
- कुछ ध्रुविकृत होती हैं और कुछ नहीं भी।
- कुछ इलेक्ट्रॉन के पैमाने पे चलते हैं तो कुछ आयन के।
- उनमे से एक तरंग है जिसे व्हिस्टलर के नाम से जाना जाता है।
- इसका अध्ययन मूलभूत और संलयन प्लाज्मा युक्तियों में किया जाता है।

व्हिस्टलर तरंगे

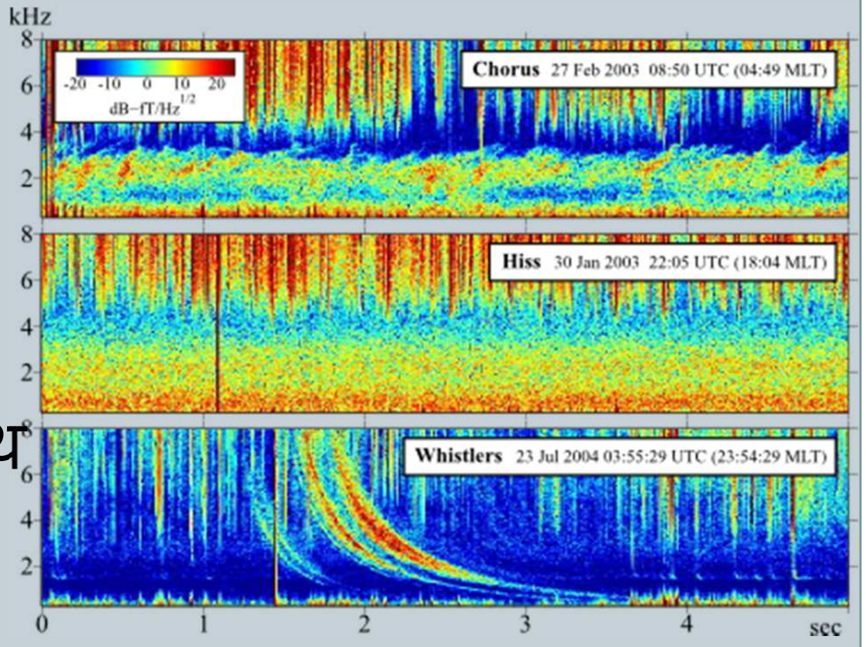
- साधारणतः यह तरंग उच्च वॉल्ट बिजली गिरने के दौरान उत्पन्न होता है।
- यह एक विदयुत-चुंबकीय तरंग है जो की चुंबकीय क्षैत्र की दिशा में प्रसारित होता है।
- यह तरंग उच्च से छोटे आवृत्ति में फिसलते हुए ध्वनि विस्तारक यंत्र में मापा जाती है।
- इस तरंग का अवृत्ति विस्तार 300 – 30 kHz है।
- रेडियो पर इसकी मौजूदगी सिटी मारने जैसी आवाज़ से पता चलती है।





व्हिस्टलर तरंगों के प्रकार

- अत्यंत कम अवृत्ति (1Hz)
- बहत कम अवृत्ति (5 kHz)
- समय काल: (a) <1 सेकेंड
  (b) 5-10 सेकेंड
- समूह में और कई समूह एक साथ कुछ समय विलंब के साथ भी
- इसे “ECHO” भी कहा जाता है
- रात में व्हिस्टलर गतिविधि बढ़ जाती है (कम अवशोषण)
- तो, दिनभर में व्हिस्टलर की गतिविधि बदलती रहती है



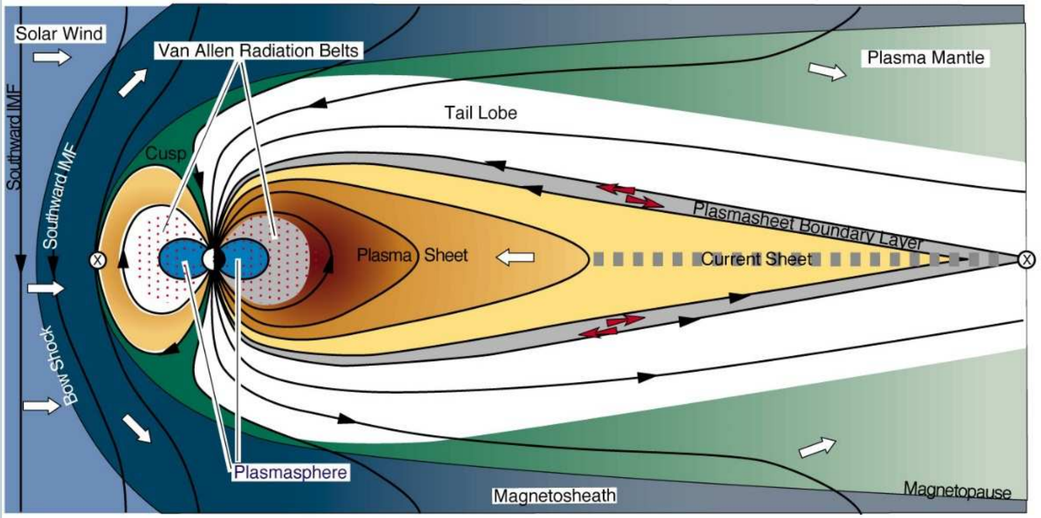
“ Chorus” : बहत सारी चिड़ियों की जागने की आवाज़

“Hiss” : बढ़ती हुई आवाज

व्हिस्त्लर का इतिहस

- व्हिस्त्लर एक प्रकर से अकस्मित रुप से खोजा गया एक आविष्कार है.
- पहली बाद इसका उल्लेख एक अलौकिक घटना क़े रुप में किया गया था.
- इसके ऊपर "Voices from Outer Space" नामक लेख ने तहलका मचा दिया था.
- स्टैनफोर्ड में यह भी बताया गया कि इसकी उत्पत्ति मंगल ग्रह से जुड़ी हुई है.
- किसीने व्हिस्त्लर और उड़नतस्तरी के बीच संबन्ध होने कि बात भी कहीं.

वायुमंडलीय व्हिस्लर

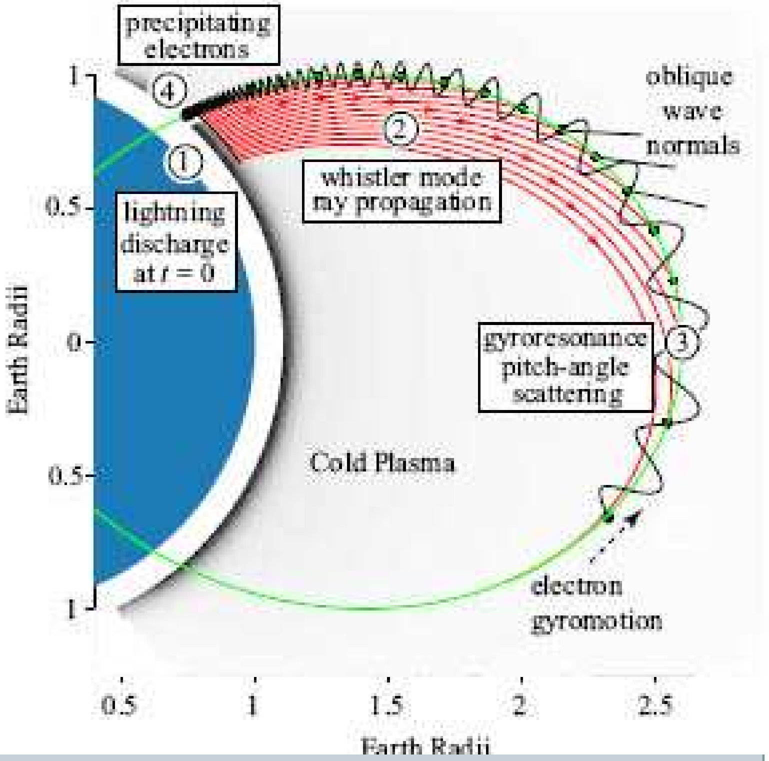


1. आवृत्ति लक्षण ब्रॉडबैंड है.

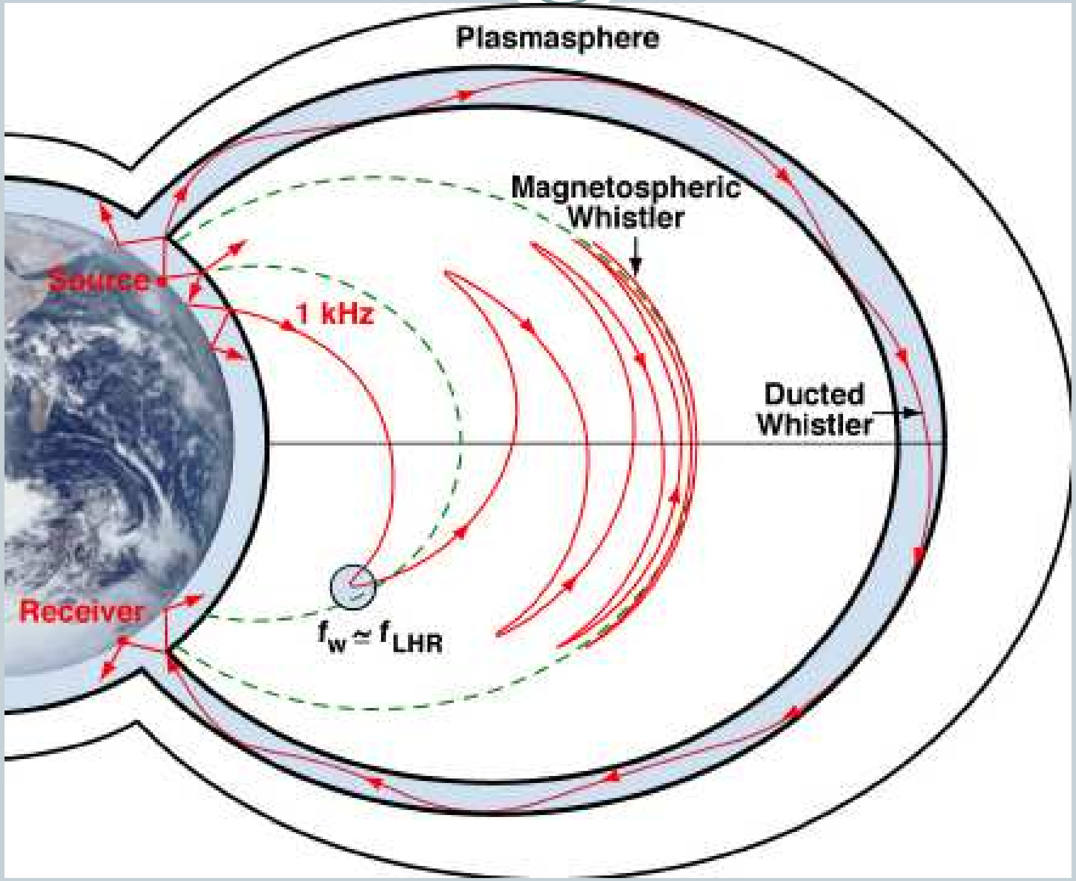
2. अयोनोस्पेयर में इलेक्ट्रॉन के सथ अंत: क्रिया करते हैं.

3. तरंगे विभिन्न गति पर प्रसरित होने लगती है.

4. यह तरंग प्रसारण दो तरीके से होता है. (डक्ट और बिना डक्ट)



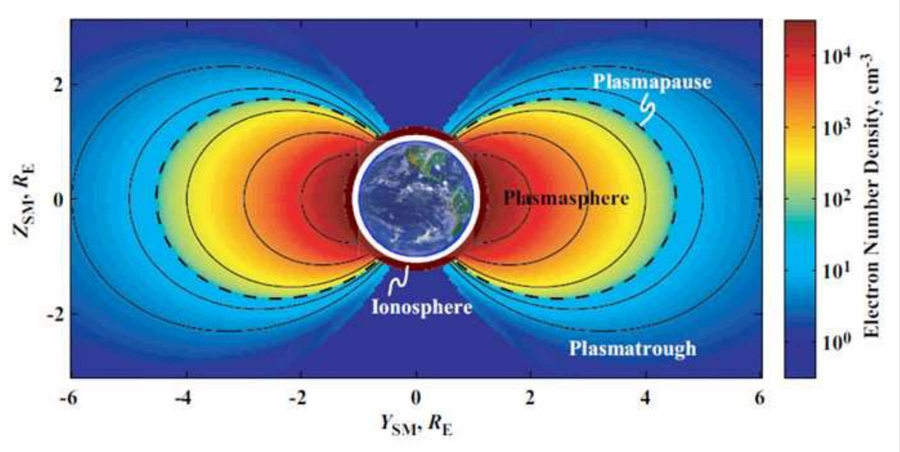
डक्ट और बिना डक्ट में व्हिस्लर

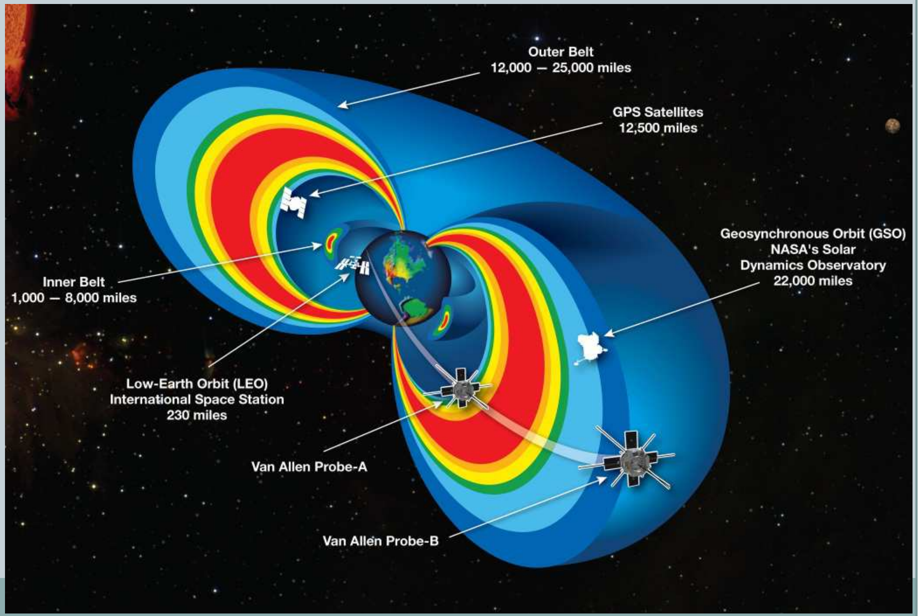


व्हिस्लर डायगनॉस्टिक्स

व्हिस्त्लर डायग्नॉस्टिक्स

1. पृथ्वी से रेडियल विस्तार में इलेक्ट्रॉन ऊर्जा और घनत्व का मापन। (Equitorial plane)
2. वैन – एलेन (Van _ Allen) ऊर्जा वलय में एलेक्ट्रोनों की गतिविधि।
3. तरंगो के कैरियर(वाहक) के रूप में व्हिस्टलर का इस्तेमाल।
4. प्लासमा पौस (Plasma pause) का आविष्कार और उसकी नैदानिकी।
5. पृथ्वी और आयोनोस्पेयर के बीच गोलाकार डक्ट में तरंगो का प्रसार।
6. इलेक्ट्रोमैग्नेटिक तरंगो के विस्तार की जांच (Dispersion)।
7. फंसे हुए कणों के ऊर्जा और आवेग का विनिमय।
8. संचार तरंगो की गतिबिधियां।
9. आदि ....





भविष्य में - प्रयोगशाला में व्हिस्टलर

- व्हिस्टलर कैसे बनता है
- व्हिस्टलर बनाने के लिए कौन सी प्रक्रिया जिम्मेदार है
- व्हिस्टलर का निदान क्या है
- व्हिस्टलर को कैसे पहचानेंगे
- व्हिस्टलर का सिद्धांत क्या कहता है
- कुछ उदाहरण ....

धन्यवाद

मोडबस संचार तकनीक

रितेश सुगंधी
विशाल आयतन प्लाज्मा युक्ति अनुभाग (एल.वी.पी. डी)
प्लाज्मा अनुसंधान संस्थान
17 अप्रैल 2018

1

प्रारूप

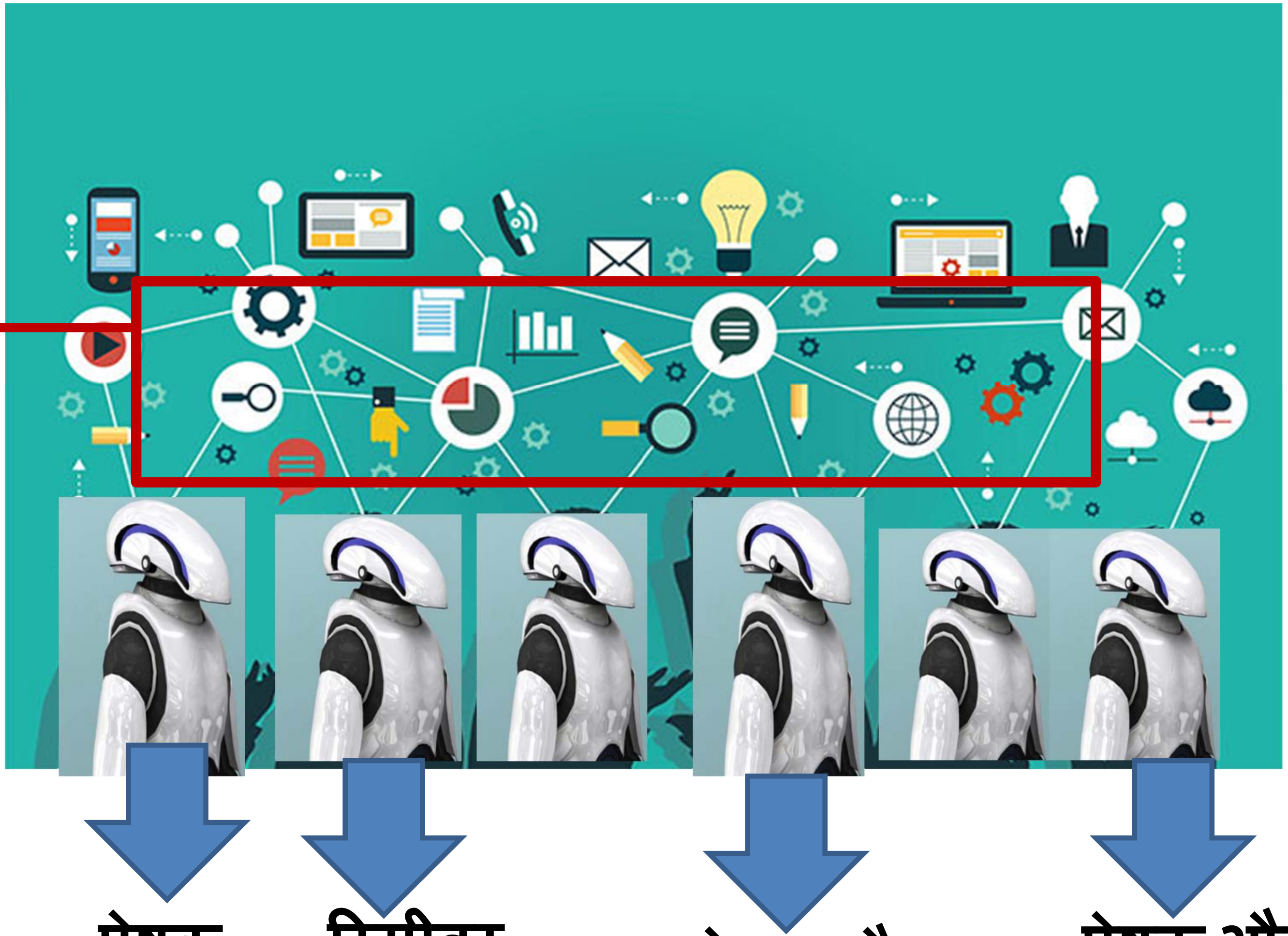
- संचार: परिचय, आवश्यकता, उपयोग और प्रकार
- धारावाहिक संचार तकनीक
  - आर एस 232/485,
  - मोडबस प्रोटोकॉल: परिचय, डेटा स्वरूप, प्रकार, हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर उपकरण
- विशाल आयतन प्लाज्मा युक्ति में मोडबस प्रोटोकॉल का सफल उपयोग
- निर्णायक सारांश

संचार

सूचना का आदान प्रदान एक मुलभुत किया है

मशीन संचार

माध्यम



प्रेषक

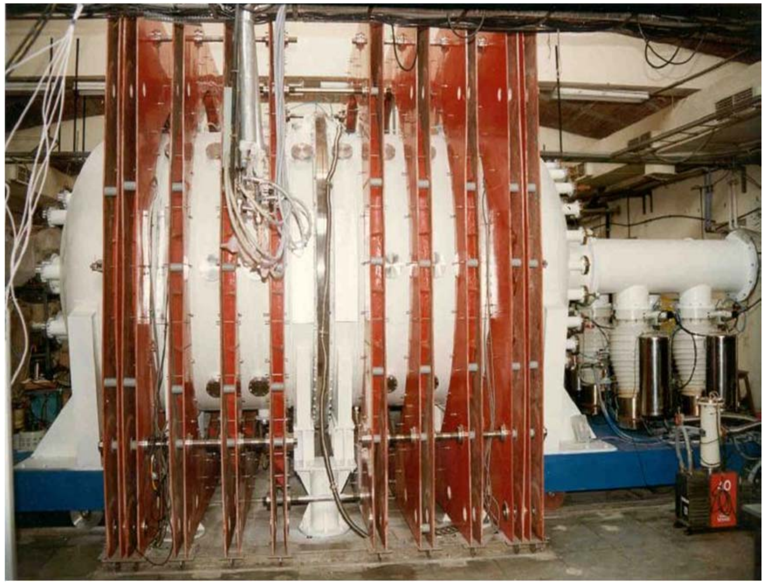
रिसीवर

प्रेषक और रिसीवर

प्रेषक और रिसीवर

4

विशाल आयतन प्लाज्मा युक्ति



- मूल प्लाज्मा प्रयोगात्मक उपकरण
- बेलनाकार आकार
  - लंबाई: 3 मीटर
  - व्यास: 2 मीटर
- स्पंदित प्लाज्मा (15 मिलि सेकंड)
- अंतरिक्ष प्लाज्मा और इलेक्ट्रॉन संचालित परिवहन प्रयोगों
- 94 पोर्ट

मशीन नियंत्रण प्रणाली

- पुरानी प्रक्रिया स्वचालन मैनुअल था
- 1992 के बाद से नए विकास की ओर:
  - पूर्ण स्वचालन पर ध्यान केंद्रित करता है
  - फास्ट अधिग्रहण प्रणाली (PXI)
- संचार इंटरफेस के विकास के लिए व्यवस्थित दृष्टिकोण को अपनाया गया है और इस प्रस्तुति में प्रस्तुत किया गया है

6

संचार प्रकार

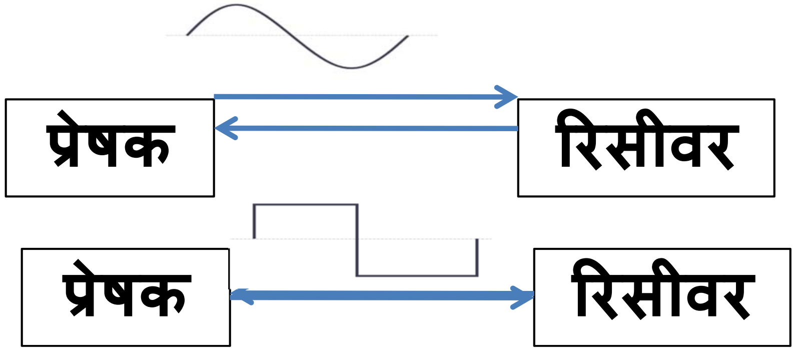
सिंप्लेक्स

अर्ध द्वैध (वाकी-टॉकी, द्विदिश वैकल्पिक रूप से)

द्वैध (टेलीफोन, द्विदिशिक)

एनालॉग संचार

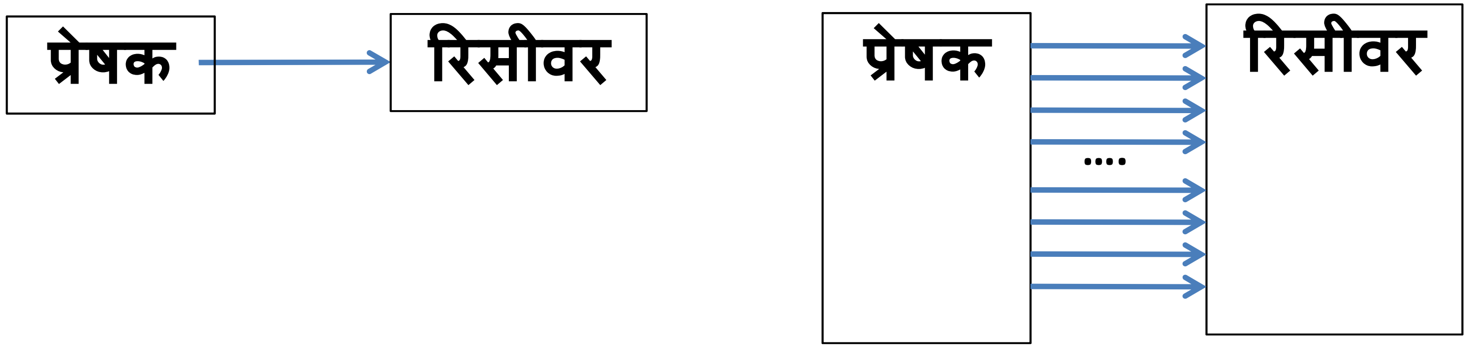
डिजिटल संचार



7

धारावाहिक और समानांतर संचार

धारावाहिक **समानांतर**



आहिस्ता डेटा स्थानांतरण	तेज डेटा स्थानांतरण
छोटी दूरी	बड़ी दूरी
द्वैध	अर्ध द्वैध
औद्योगिक उपयोग	कंप्यूटर उपयोग

धारावाहिक संचार

- **बॉड दर: 9600, 19200,28800, .. , 115200**

- **डेटा स्वरूप :**

अंतराल	प्रारंभ बिट	डेटा बिट्स (1..8)	समता बिट	विराम बिट	अंतराल

डेटा पैकेट

- तुल्यकालिक और अतुल्यकालिक

- उपकरण: हाइपर टर्मिनल (विंडोज), मिनीकॉम

आर एस 232

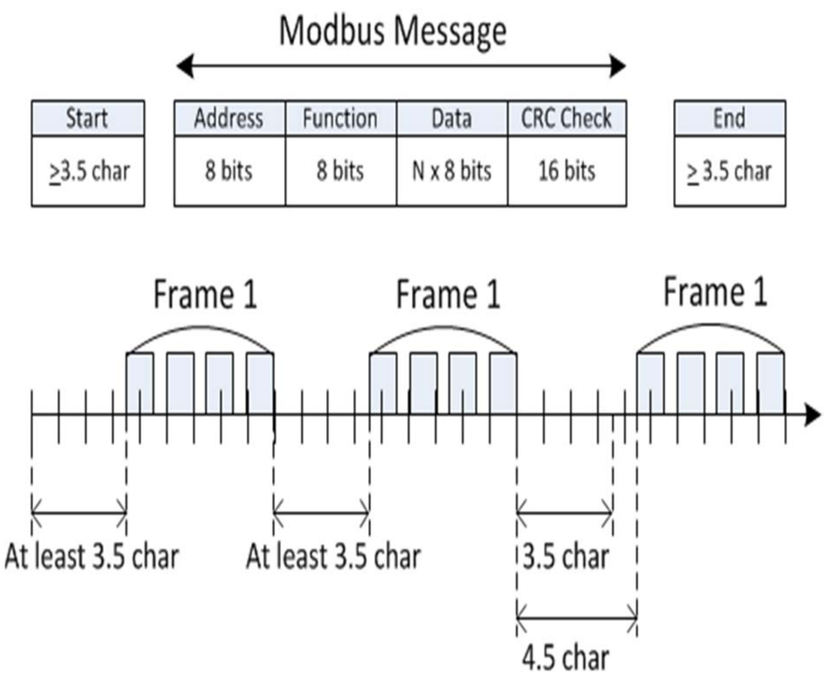
- सरल मानक,
- 1960 में इलेक्ट्रॉनिक इंडस्ट्रीज एसोसिएशन (ईआईए) ने एक अनुशंसित मानक के रूप में पेश किया ,
- केवल हार्डवेयर मानक, एकल सिग्नल, समान आधार, [0 = +3 से +15, 1= -15 से -3 वोल्टेज]
- एक से एक संचार, अधिकतम दूरी : 15 मीटर

आर एस 485

- मल्टी ड्रॉप (एक से कई कनेक्शन, डेज़ी श्रृंखला)
- अंतर सिग्नल लाइन, सिग्नल चालक का प्रयोग
- 1983 में इलेक्ट्रॉनिक इंडस्ट्रीज एसोसिएशन (ईआईईए) ने एक अनुशंसित मानक के रूप में पेश किया
- केवल हार्डवेयर मानक
- अधिकतम दूरी: 1200 मीटर

मोडबस

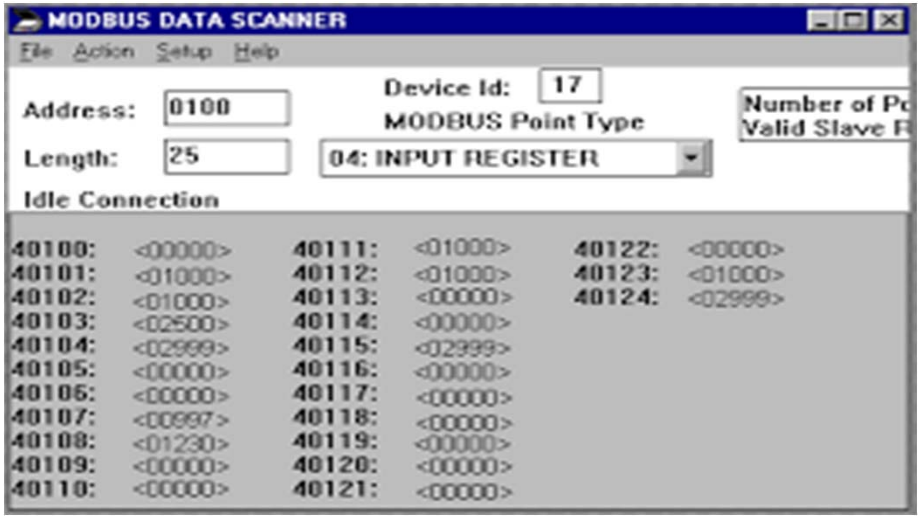
- सॉफ्टवेयर मानक
- मूलतः1979 में मोडिकॉन (अब श्नाइडर इलेक्ट्रिक) द्वारा प्रकाशित, मोडबस संगठन द्वारा प्रबंधित (1984),
- खुले तौर पर प्रकाशित और रॉयल्टी मुक्त,
- विभिन्न संस्करण:
  - धारावाहिक पर मोडबस : आरटीयू और एएससीआईआई
  - नेटवर्क पर मोडबस: टीसीपी या यूडीपी

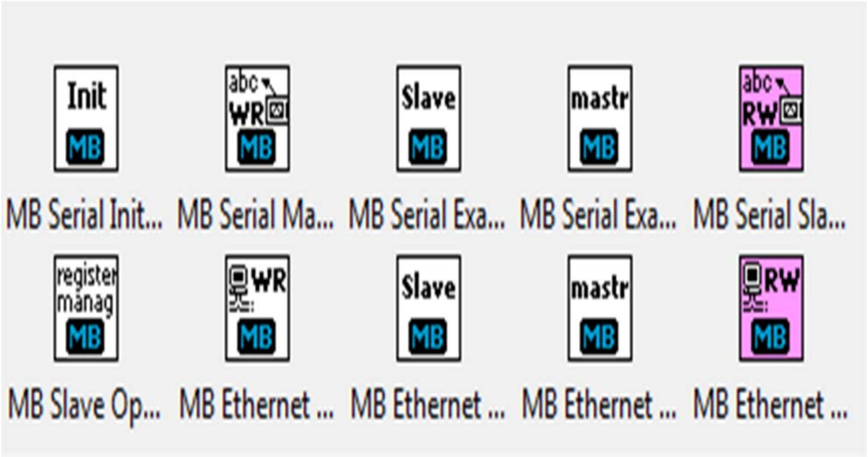


मोडबस

- रजिस्टर पहुंच प्रदान करता है
- फंक्शन कोड
  - रजिस्टर पढ़ें (0x3)
  - रजिस्टरों को लिखें (16)
- डिजिटल इनपुट आउटपुट एक्सेस प्रदान करता है

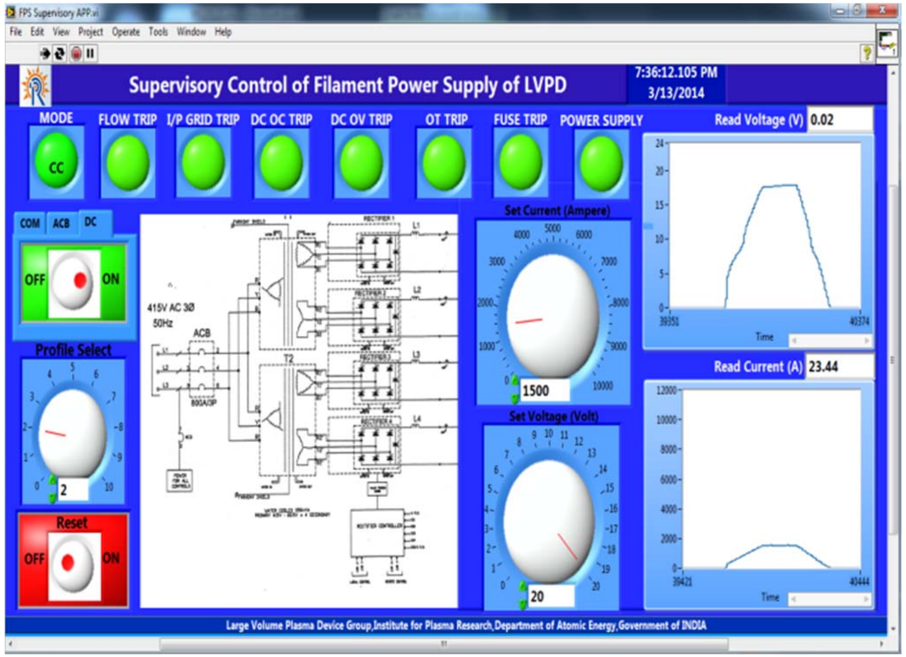
मोडबस लाइब्रेरी



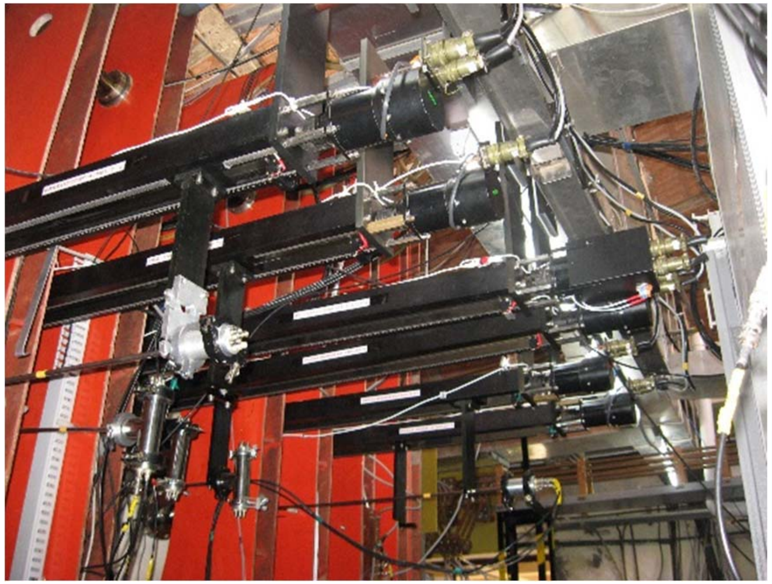


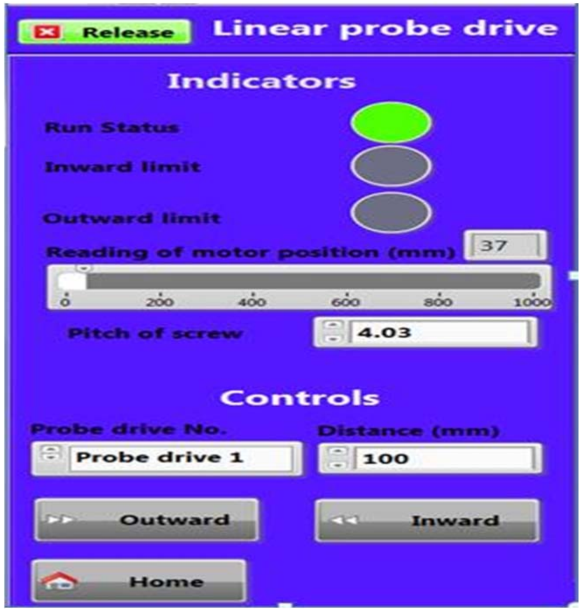
- बस स्तर परीक्षण
  - मॉडबस स्कैन
- एप्लीकेशन का विकास
  - एन. आई. LabVIEW मोडबस लाइब्रेरी

उच्च विद्युत धारा ऊर्जा आपूर्ति प्रणाली का स्वचालन



जांच स्थिति निर्धारण प्रणाली का स्वचालन





निर्णायक सारांश

- एक मानकीकृत स्वचालन प्रणाली विकास

- प्रदर्शन :
    - उच्च विद्युत धारा ऊर्जा आपूर्ति प्रणाली का स्वचालन का स्वचालन
    - जांच स्थिति निर्धारण प्रणाली का स्वचालन

- संचार के लिए एक कुशल तकनीक के रूप में मॉडबस

धन्यवाद