

KATIHAL FİZİĞİ 2-FİZ 410

Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi
Fizik Bölümü

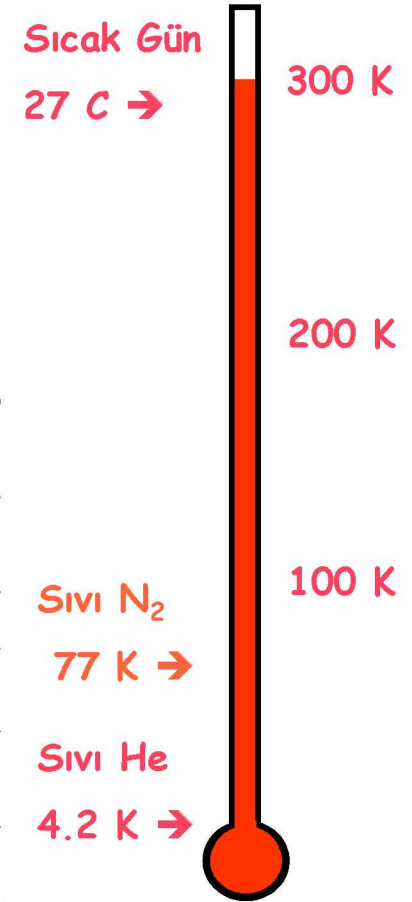
SÜPERİLETKENLER

10. hafta

Sıcaklık Dönüşümü

- Kelvin (K):
 - $K = C + 273.15$
 - $K = 5/9 F + 255.37$

Fahrenheit	Celsius	Kelvin	Yorum
212	100	373.15	Suyun kaynama Nok.
32	0	273.15	Suyun donma Nok.
-300.42	-195.79	77.36	Sıvı Azot Kay. Nok.
-452.11	-268.95	4.2	Sıvı He Kay. Nok.
-459.67	-273.15	0	Mutlak Sıfır



İLETKENLİK

Fizikte elektrik enerjisi ve ısı enerjisini geçiren cisimlere iletken madde denir.

1. **Isıl İletkenlik** : Bir cismin ısıyı iletme yeteneği

2. **ELEKTRİKSEL İLETKENLİK** : Bir cismin elektriği iletme yeteneği

ELEKTRİKSEL İLETKENLİK

İletkenlik (σ), bir iletken içerisinde akımın ne kadar rahat aktığının bir göstergesidir.

1. İletken : $\sigma_{Au} > \sigma_{Ag} > \sigma_{Cu}$ $R_{Au} < R_{Ag} < R_{Cu}$
 $R \propto 1/\sigma$

- Direnç (R)
- Akım (I)
- **Kayıp = P = I²R**

2. Yarıiletken

3. Yalıtkan

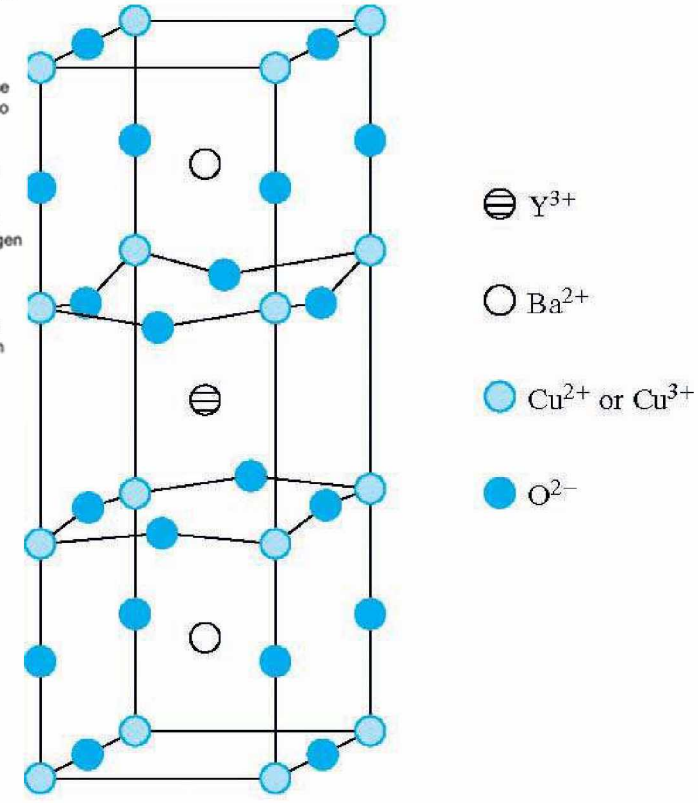
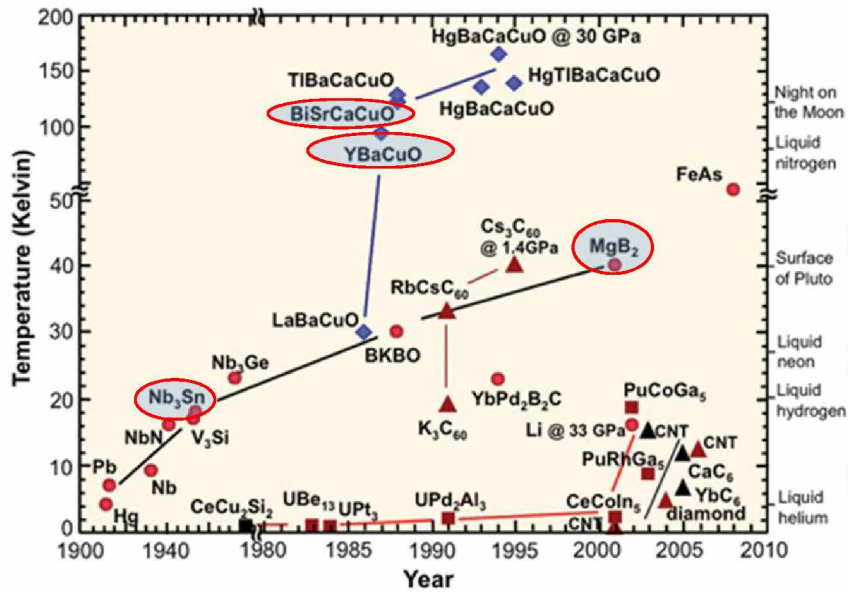
*******SÜPERİLETKEN**
nerede?????

Süperiletkenlik-Tanımı

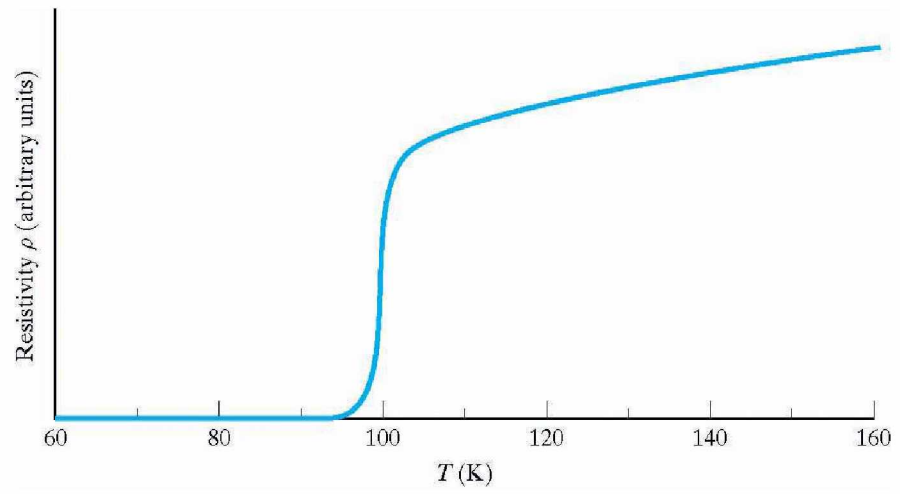
- Belli bir kritik sıcaklığın (<-150°C) altına soğutulduğunda **sıfır doğru akım(dc) direnci** gösteren malzemeye denir, ayrıca bir S/İ kusursuz **diamanyetizma** özelliği sergiler. S/İ, bu ilginç özelliğini T_c , J_c ve H_c altındaki değerlerde sahiptir.

$$\text{Kayıp} = P = I^2R$$

- **Bakır** geleneksel olarak kullanılan mekanik ve elektriksel özelliğinden dolayı **iyi bir metalik iletken**dir, ancak az da olsa yüksek akım ve gerilim gerektirmeyen enerji naklinde bile **kayıplara** sebep olmaktadır (iyimser olarak yaklaşık **%10**). Yüksek akım gerektiren uygulamalarda kayıp genellikle çok yüksek olur.
- Sıfır direnç özelliği, yüksek manyetik alan üretiminde önemlidir.

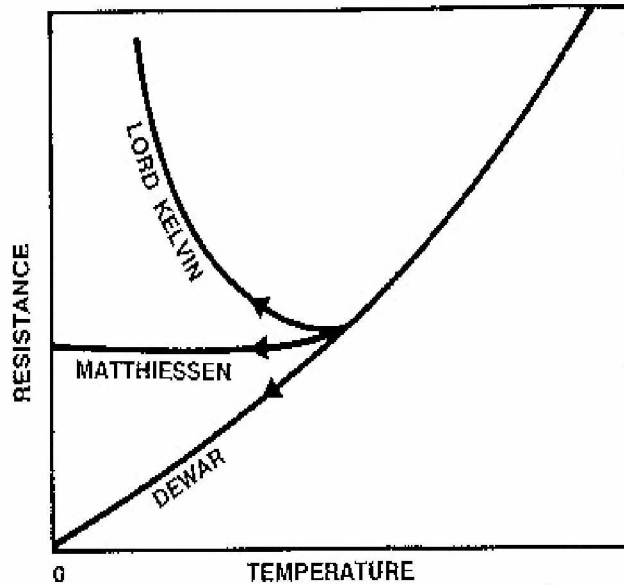


1,2,3 Süperiletken $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$

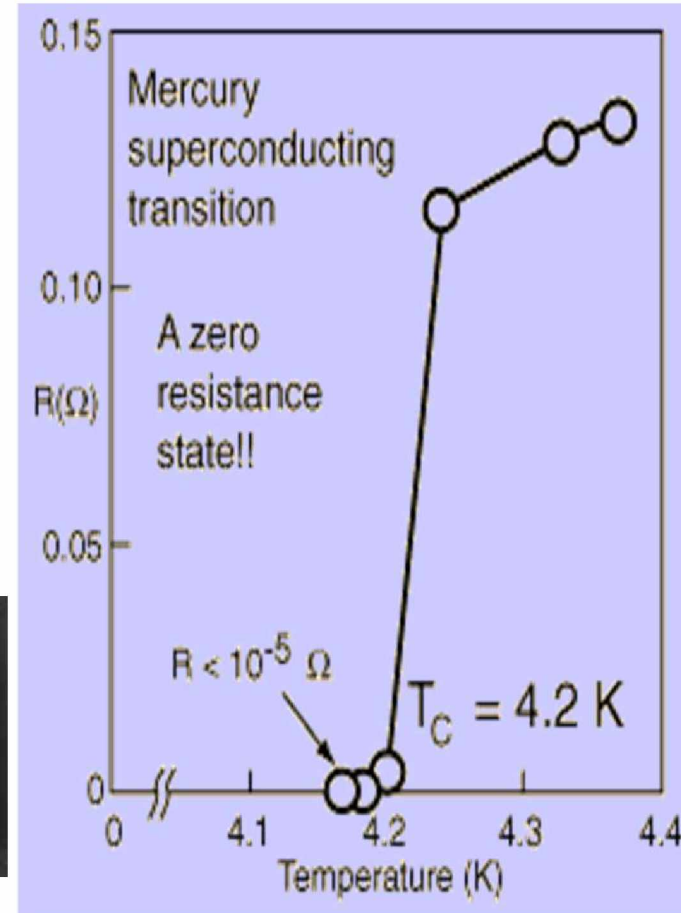


Nasıl Başladı?

- 1908 – He sıvılaştırılması ($\sim 4 \text{ K} = -452^\circ\text{F}$)
- 1911- Hg'nin Direncinin ölçümü "Keşif"
- 1913 – Fizikte Nobel Ödülü



Heike Kamerlingh Onnes



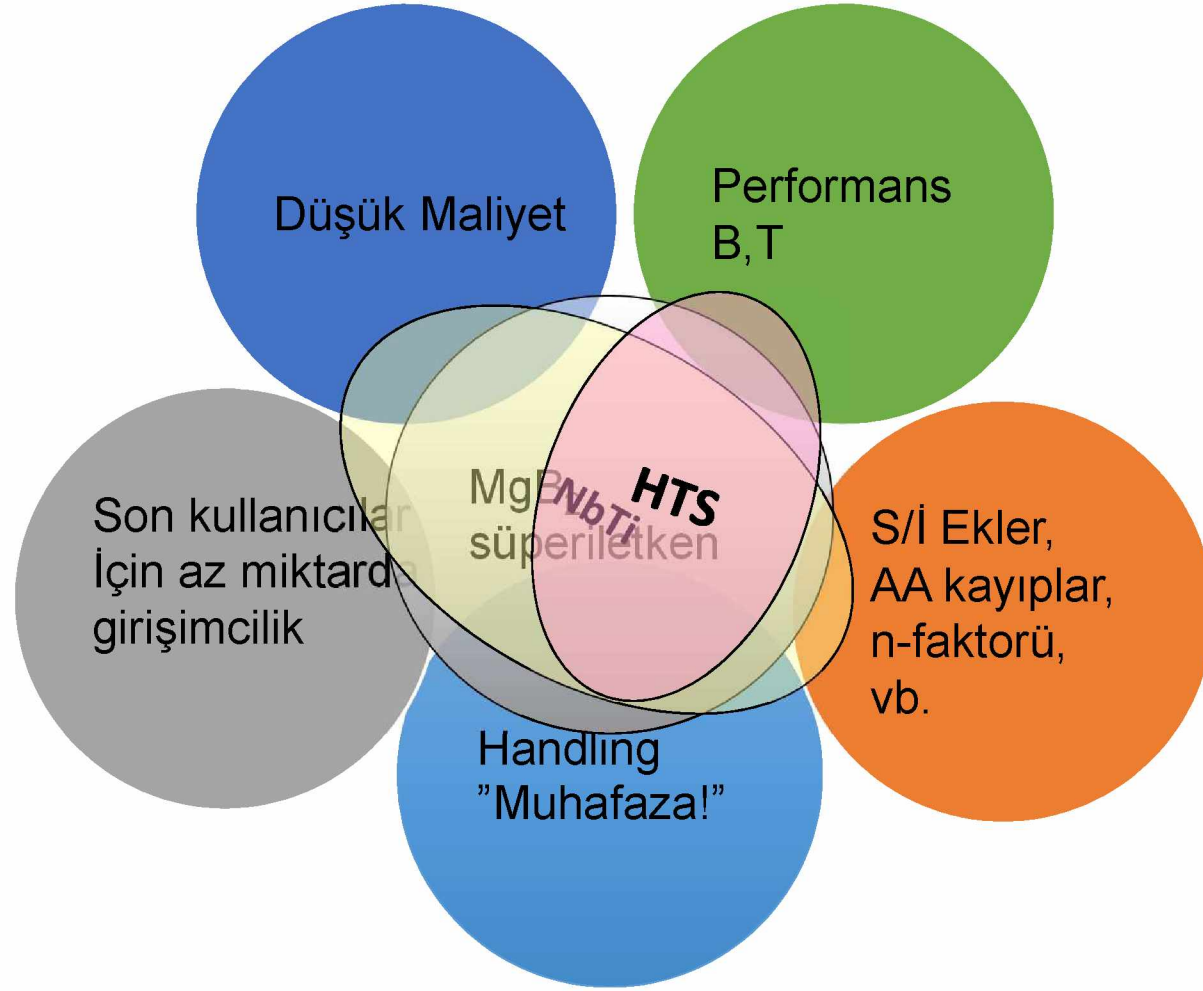
Uygulamada kullanılan süperiletkenler

- NbTi
 - Nb₃Sn
 - MgB₂
 - BSCCO
 - YBCO
- } Düşük sıcaklık süperiletkenleri
- } Yüksek sıcaklık süperiletkenleri

Endüstriyel uygulamalar için önemli parametreler

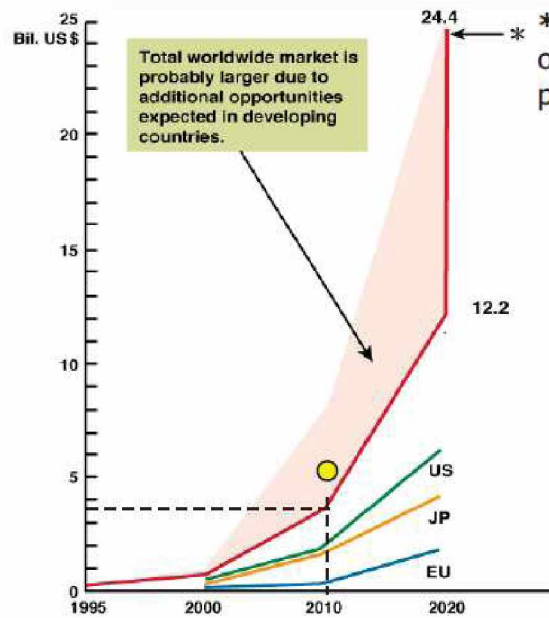
S/İ	T _c	H _{c₂} (T=4.2 K)	Kütle Yoğunluğu
Nb-Ti	9 K	10 T	6.0 g/cm ³
Nb ₃ Sn	18 K	28 T	7.8 g/cm ³
MgB ₂	39 K	60 T	2.5 g/cm ³
YBCO	90 K	> 50 T	5.4 g/cm ³
BSCCO	110 K	> 50 T	6.3 g/cm ³

SÜPERİLETKEN ELVERİŞLİLİĞİ ÜZERİNE



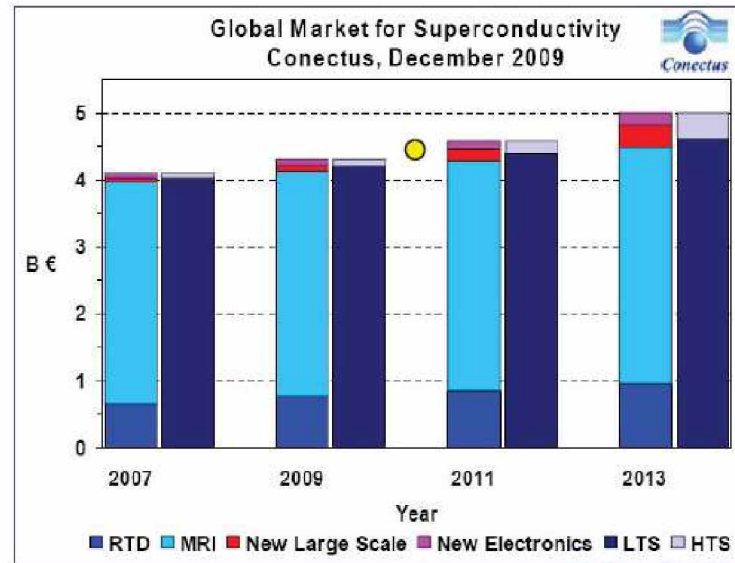
S/İ Dünya Pazarı

Global Market for Superconductivity The International Superconductivity Industry Summit



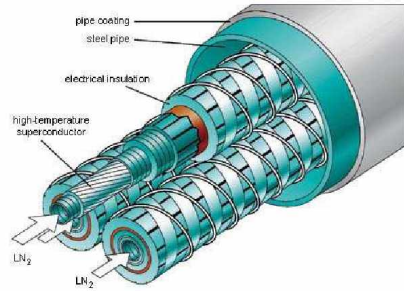
* This forecast includes the expected expansion of sales by 100% into outside U.S., EU & JP, as predicted by the World Bank

The **5th ISIS** Market Forecast
Japan, May 14-16, 1996

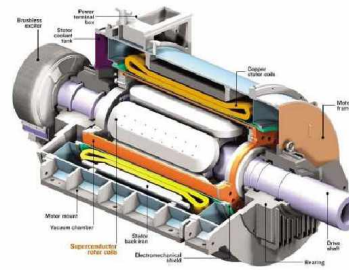


ellikleri
yakın

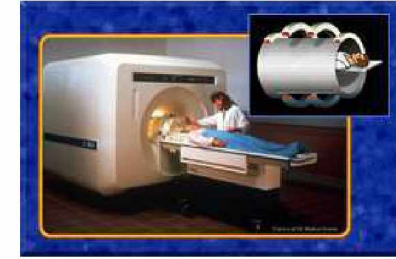
Büyük Ölçekli Uygulamalar



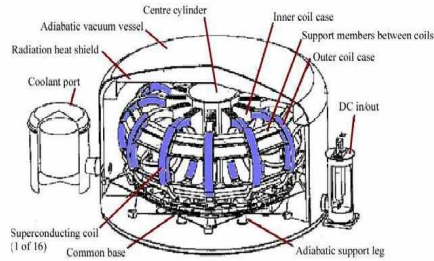
Süperiletken kablo



Motor



Manyetik Rezonans Görüntüleme



SMES



Maglev



Hatalı Akım Sınırlayıcı

Açık MR RSNA - Chicago'da sergilenmiştir, Kasım 2006

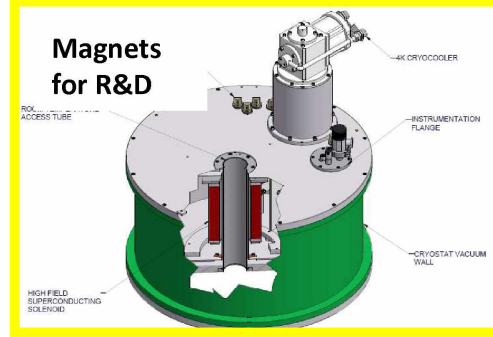
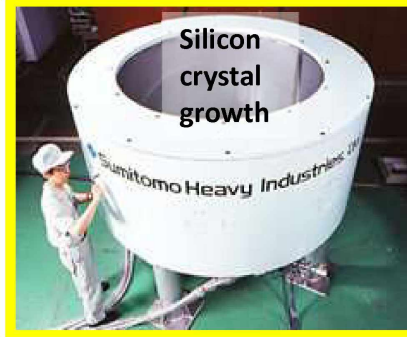
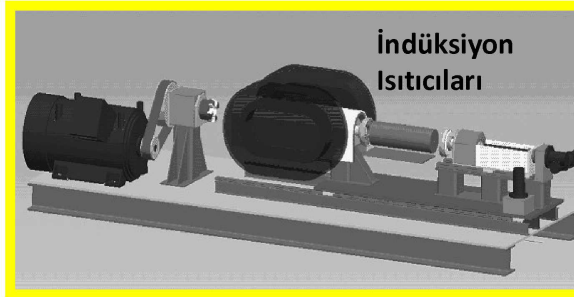


Üç sistem tamamlanmıştır. 12 çift pancake'lerin hepsi 20K ve 1 Tesla'da istenen 200A'lık I_c 'yi geçmiştir.

2008'de 8 sistem için daha gerekli teller temin edilecektir.

RSNA 2007

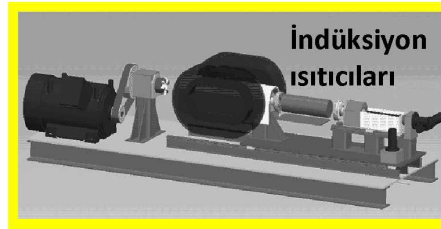
Soğutma-sıvısız Başka MgB_2 Uygulamaları





MRI

Bugünkü sistemler için 3-4 B€/y
LTS teller için %5-10 (Conectus, 2007)



İndüksiyon ısıtıcıları

2012 de, DC sistemler için 3 B€/y – Blue Ocean
HTS telleri için %10 (Zenergy, 2007)



Hatalı akım sınırlayıcıları

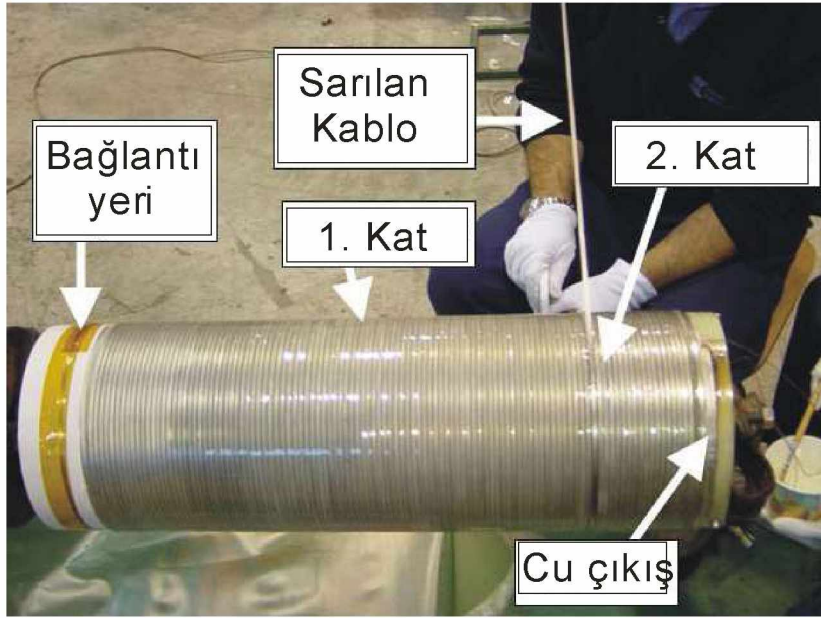
2013'de, FCL(Hatalı Akım Sınırlayıcı Sistemler için 3 B\$/y – Blue Ocean
HTS teller için %10 (Hypertech, 2007)



Silikon kristal büyüme

Bugün, HTS mıknatıslar için 100 M€/y – Blue Ocean
HTS teller için %10 (Toshiba, 2003)

- ve...
- Sıvı Hidrojen Sensörleri
 - Füzyon Enerji Mıknatıslar
 - Parçacık Hızlandırıcılar
 - Gemi Motorları
 - Lokomotif Dönüştürücüler
 - ...



Anti-indükleyici selenoid sarımı



SQUID:

Süperiletken Kuantum Girişim Ayrıtı

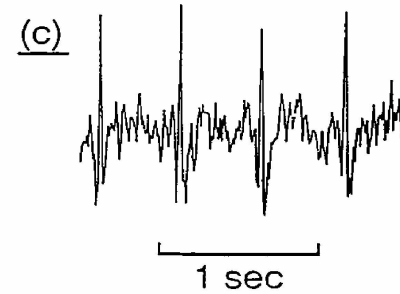
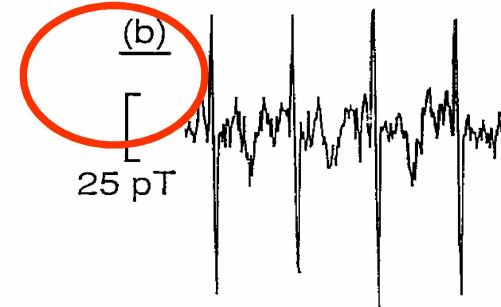
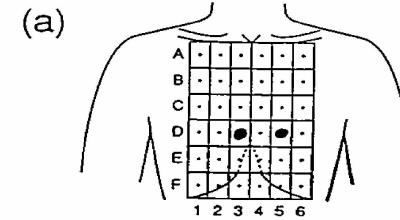
Çok küçük manyetik alanların ölçümünde Kuantum Mekanikliği: SQUIDS

Akı kuantumu, $\Phi_0 = h / 2e$, çok küçük bir değere sahiptir:

$$2 \times 10^{-15} \text{ T.m}^2$$

Dünyanın manyetik alanının yaklaşık altı milyonda biri kadar küçük!

Superconducting Quantum Interference Devices "SQUIDS" kalp kasındaki akımlardan kaynaklanan manyetik alanı ölçebilir.



S/İ ile ilgili Bazı Gerçekler

1- MRG- Yıllık Pazar 1 Milyar \$

2- LHC, 6000 S/İ magnet, 6 Milyar \$: Önemi:

a) Saniyenin 100 milyarda biri süresinde 13.7 milyar yıl öncesine dönüş, yüksek enerjili çarpışmalar ilk büyük patlamadan bu yana idame edememiş parçacıkları yeniden üretmeye yarıyor.

b) CERN, LHC, protona ışık hızına çok yakın hız kazandırıyor (99.9999999991)c

3- Japon Maglev- Bitiş (2025), 50 Milyar \$

4- ITER Projesi- adeta yeryüzünde yeni bir yıldız inşa etmek-Yeni enerji kaynağı- Fizyon: Kullanılan 16 Nb3Sn magnetlerin her biri yaklaşık 300 ton ağırlığında.