

GÜÇ ENDÜSTRİSİNDE YENİ BİR TEKNİK:

AŞIRI İLETKENLİK

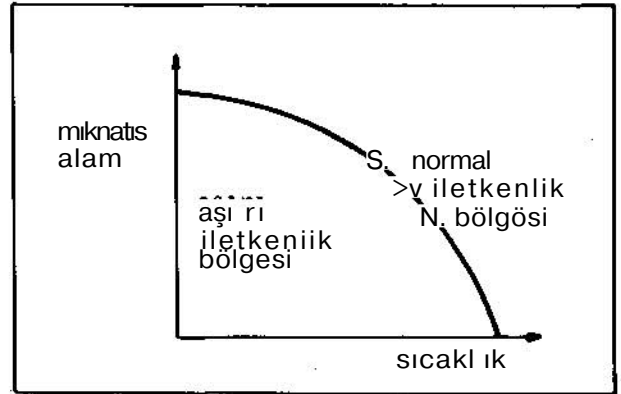
1. AŞIRI İLETKENLİK:

Aşırıiletkenler (superconductors) alışıl-gelmiş alüminyum ya da bakır iletkenlere gerçek bir rakip olarak ortaya çıkıyor. Aşırıiletkenlerin endüstriye girmesinde iki önemli etken var:

a. Aşırıiletkenlerin çok yüksek akım taşıma yetenekleri. 1 cm² kesitli bir aşırı iletken 10 000 ya da 100 000 A yeğinliğinde akımları hiç dirençsiz, yani hiç joule kaybı olmaksızın geçirmek bugün artık pratik olarak mümkündür. Araştırmalar sonucu 10² - 10⁴ A/mm²lik akım yoğunlukları elde edilebilmektedir.

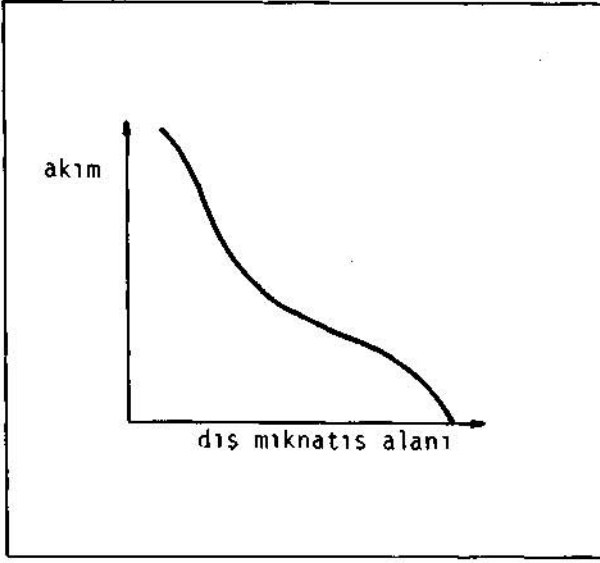
b. Aşırıiletkenliğin ortaya çıkabilmesi için gerekli çok düşük sıcaklıkların (- 268°C = 5°K) elde edilmesi, yapılan araştırmalar sonucu, gitgide kolaylaşmaktadır.

Bilindiği gibi; niyobyum, kurşun, alüminyum ve kalay gibi bazı manyetik olmayan metaller belirli bir sıcaklıktan aşağıya soğutulursa dirençleri sıfıra inmektedir. (Direnç değeri "çok küçük" bir değere değil, gerçek sıfır değerine inmektedir). Böylece iletkende gerilim düşmesi ve joule kayıpları tümünden ortadan kalkmaktadır. Bu olaya aşırıiletkenlik adı veriliyor. Aşırıiletken bir metalden bir halka yapıлып içinde bir elektrik akımı indüklenirse, bu akım hiç azalmaksızın sürekli olarak akmaktadır.

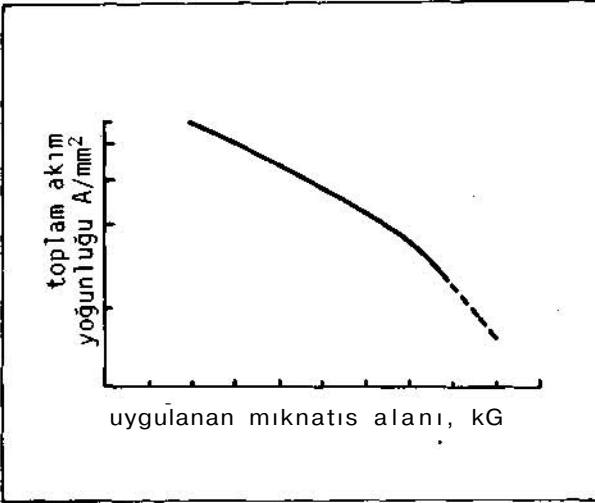


Şekil 1. Aşırı iletkenliği kaldıran mıknatıs alan yeğinliğinin sıcaklıkla değişimi.

Aşırıiletkenlik, dışardan uygulanan bir mıknatıs alanı etkisiyle, alan yeğinliğinin belirli bir değeri geçmesi durumunda, aniden ortadan kalkmakta ve metal normal bir iletkenliğe dönüşmektedir. Bu mıknatıs alanını yaratacak yeğinlikte akım, aşırıiletkenin içinden geçirilirse yine aşırıiletkenlik sona erer. Sıcaklık azaldıkça aşırıiletkenliği ortadan kaldırmak için gereken mıknatıs alanı yeğinliği yükselmektedir. Aşırıiletkenliği yok eden akım yeğinliği de sıcaklık düştükçe yükselir (Şekil 1 ve 2).



Şekil 2. Aşırıiletkenliği kaldıran akım yoğunluğunun, sabit bir sıcaklıkta, dışardan uygulanan mıknatıs alanına göre değişimi.



Şekil 3. Aşırıiletkenliği kaldıran akım yoğunluğunun dış mıknatıs alanına göre değişimi (Niomax FM C361 için).

Önceleri ancak 1 kG mıknatıs alanı yeğliliğine kadar aşırıiletken kalabilen ve bu yüzden de uygulama alanı bulamayan aşırıiletkenler yapılabiliyordu. 1961'de ABD'de Nb3Sn bileşiminin 1000 A/mm²'lik bir akım yoğunluğu taşıırken 80 kG'luk mıknatıs a-

lanlarında bile aşırıiletken kaldığı bulundu. Daha sonraları NbZr, NbTi alaşımları ve V3Ga bileşimi gibi başka yararlı aşırıiletkenler bulundu.

Akım taşıyan aşırıiletkenin herhangi bir noktasında aşırıiletkenliğin yok olması ve iletkenliğe dönüş, ısınma yaratması dolayısıyla aşırıiletken boyunca yayılır ve bir çığ etkisi yaratarak aşırıiletkenliği tümünden ortadan kaldırır. Buna engel olmak için NbTi alaşımı ince teller biçiminde yapılmakta ve bakır bir iletken içine yerleştirilmektedir (Ticari adı, Niomax FM C361). Şekil 3'de böyle yapılmış bir aşırıiletkenin aşırıiletkenlik-iletkenlik bölgelerinin ayrımı, akım yoğunluğu ve mıknatıs alanı yeğliliği değerlerine bağlı olarak görülmektedir.

2. UYGULAMA ALANLARI:

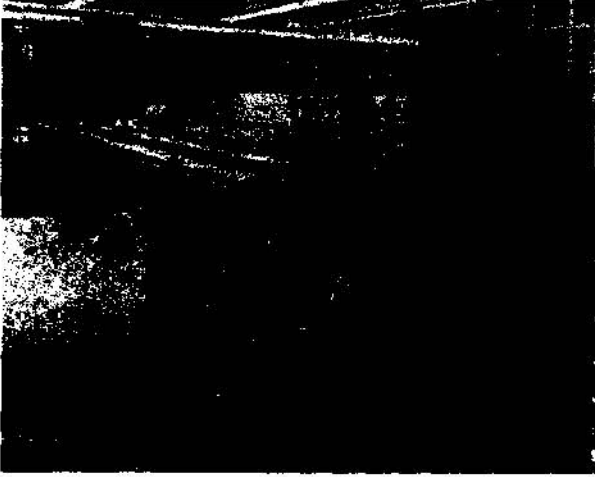
2.1. Aşırıiletken alan sargılı homopolar doğru akım motorları:

Yüksek momentli, düşük hızlı büyük DA (doğru akım) motorları genellikle büyük, yapımı zor makinelerdir. Homopolar DA motorlarının yapımı ise, büyük mıknatıs akıları ve büyük demir hacimleri gerektirmesinden dolayı olanaksızdır. Bu büyük değerli akıların elde edilmesi için aşırıiletken sargılar ideal bir çözümdür, çünkü mıknatıs alanı bir kez elde edildikten sonra bu alanı sürdürmek için ek elektrik erkesi artık gerekli olmaz. Ayrıca demir kullanımına da hiç gerek yoktur. Sonuç; Homopolar makinelerin tüm üstünlükleri (yüksek moment, düşük hız) çok büyük güçlerde ve ağırlığı çok küçük makinelerle gerçekleştirilmektedir. Bu özelliklerden ötürü aşırıiletken DA motorlarının çok önemli bir uygulama alanı gemi makineleridir. Bu yüzden bazı ülkelerin (özellikle İngiltere) deniz kuvvetleri bu alandaki araştırmalara el koymuşlardır.

2.2. Aşırıiletken kablolar:

Elektrik üretim merkezleri, soğutma suyu sorunundan ötürü genellikle akarsu ya da deniz kıyılarında kurulur. Bu yüzden de uzun iletim hatları kullanma zorunluğu ortaya çıkar. İletim için genellikle kullanılan hava hatları çirkindir ve sevilmez. Yeraltı kabloları ise hava hatlarına göre 13 kat daha pahalıdır, üstelik su ya da yağ soğutması gerektirir. Bütün bunlar, bu

alandaki aşırıiletkenliğin çok yararlı olacağını ortaya koymaya yeterlidir. 2000 MVA'lık güçler ve 10 kA'lık akımlar söz konusudur. Burada ortaya çıkan güçlük alternatif akımlarda aşırıiletkenlikte çok küçük de olsa histeresis kayıplarının ortaya çıkmasıdır.

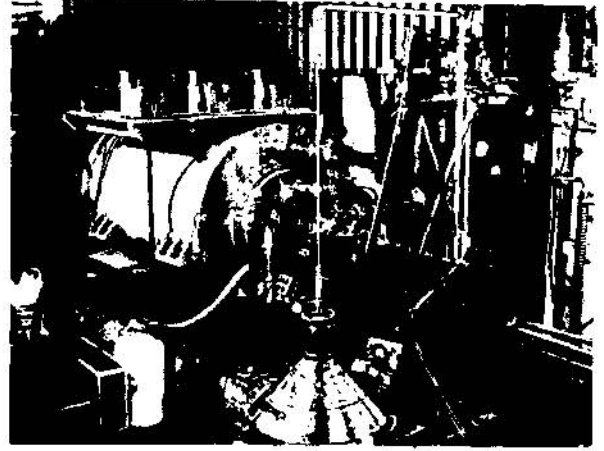


Şekil 4. 15 m uzunluğunda tek fazlı alternatif akım aşırıiletken kablosu, 25 kA deneme akımlı.

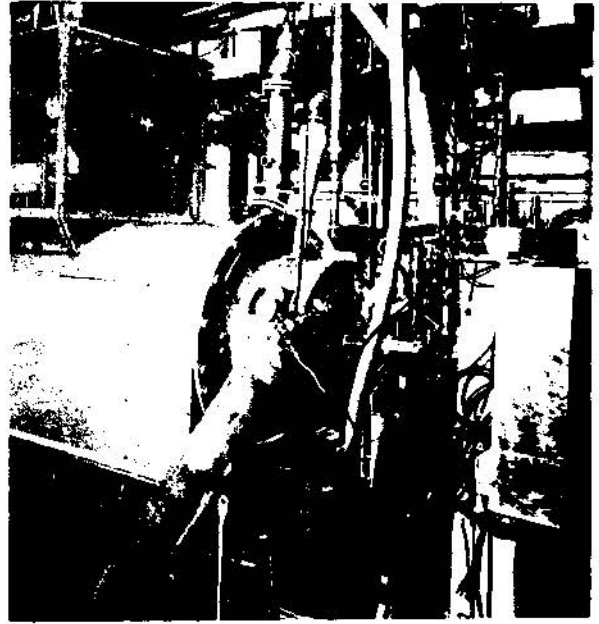
Aşırıiletken bir kabloda üç fazın iletkeni de aynı hava boşluklu zarfta bulunur. 5 °K'lik helyum soğutması için gereken güç kablunun km'si başına 300 W kadardır. Soğutma merkezleri 10 km aralıklı olabilir. Henüz bu alandaki araştırmalar bitmiş değildir. Şekil 4'de İngiltere'de Central Electric Araştırma Laboratuvarlarında denenmekte olan 15 km uzunlukta tek fazlı bir aşırıiletken kablo görülmektedir. Kablonun çapı 120 mm'dir, akım yoğunluğu ise 25 kA'dır.

2.3. Alternatif akım türboalternatörleri:

Aşırıiletkenlik kullanılarak AA türboalternatörlerinde demir ortadan kaldırılabilir, DA uyarımı (ikaz) da aşırıiletken sargılarla sağlanabilir. Sonuç olarak rotorda demir yerine daha sağlam ve daha basit gereçler kullanılabilir, ayrıca rotor çok daha küçük yapılabilir. Küçük bir helyumlu soğutucu aşırıiletkenlik için gerekli soğutmayı sağlar. Güç 500 MVA'den büyükse aşırıiletkenli makinalar daha ekonomik olmaktadır. Makine ağırlığı (ve boyu) yaklaşık yarıya inmektedir.



Şekil 5. Aşırıiletken sargılı 2 MVA güçlü türboalternatör.



Şekil 6. 5 MVA güçlü aşırıiletkenli türboalternatör.

Şekil 5'de Massachusetts Institute of Technology (ABD)de geliştirilen 2 MA güçlü bir makine görülmektedir. Bu makinede rotorun çapı 150 mm, uzunluğu 600 mm ve ağırlığı 20 kg'dır. Şekil 6'da Westinghouse'ın geliştirdiği 5 MA güçlü makine görülmektedir. İngiltere'de Bilimsel Araştırma Kurumu 50 MA güçlü makinalar tasarımı için araştırmalar yaptırmaktadır.