

ELEKTRİK ARK FIRINLARINI BESLEYEN ŞEBEKELERDE GERİLİM DALGALANMALARI

Arif MEMMEDOV¹, Rafael HUSEYNOV², Mustafa ŞEKER³

1. Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü,
İnönü Üniversitesi
memmedov@inonu.edu.tr
2. Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü,
Cumhuriyet Üniversitesi
huseynov@cumhuriyet.edu.tr
3. Divriği Meslek Yüksek Okulu
Cumhuriyet Üniversitesi
mustafaseker@cumhuriyet.edu.tr

Özetçe

Ark akımının değişimi keyfi karakterli olduğundan, gerilim değişmesi de keyfi karakterli olmaktadır. Buna göre de elektrik ark fırınlarındaki elektriksel prosesleri araştırmak için deneysel incelemelerin yapılması gerekir ve sonuçta olasılık araştırma usulleri kullanılarak, keyfi karakterli yük elemanı gibi elektrik ark fırınlarının çalışma karakteristikleri bulma imkanı olmaktadır.

Anahtar kelimeler: Elektrik ark fırını(EAF)

1. Giriş

Günümüzde elektrik enerjisi, metalürjide oldukça fazla kullanılan enerji türlerinden biridir. Örneğin elektrik direnç fırınlarında, çeliklerin tavlama ve su verme için ısıtılması, yüksek frekanslı fırınlarda su verme ve tavlama, metallerin eritilme ve oksitlenmesinin gerçekleştirilmesi v.b.

Yukarıda belirtilen fırınlarda güç elektroniği elemanları kullanıldığından bu fırınlar yüksek harmonikler üreterek şebeke geriliminin kalitesini bozmaktadır. Ayrıca elektrik ark fırınları değişen parametrelili direnç özelliğine sahip olduğundan şebeke gerilim sapsmaları üretir ve bu sapsmalar şebekeden beslenen başka yüklerin normal çalışmasına engel olur.

Belirtilen bu durumlara karşılık elektrik ark fırınlarının(EAF) diğer çelik üreten fırınlardan pek çok üstünlükleri mevcuttur[1-2]. Bunlar yüksek alışımlı alet çeliklerini, paslanmayan, ısıya dayanıklı ve ateşe devamlı, aynı anda birkaç konstrüksiyon çeliklerini eritebilme özellikleridir.

Bu konuda daha önce yapılmış çok sayıda araştırma göstermiştir ki, EAF' da yüksek alışımlı alet çeliklerinin eritilme maliyeti, marten fırınlarda hemin çeliklerinin eritilme maliyetinden çok daha düşüktür.

Çoğunlukla EAF' larının beslenmesi için sanayi frekanslı AC gerilimler kullanılır. Fırınların gücüne bağımlı olarak gerilim bir veya üç fazlı olabilir.

Arkın kararlı çalışmasında DC gerilim ve akımların kullanılması daha iyi sonuçlar verir. Yarıiletkenler tekniğinin gelişmesi DC gerilimlerin kullanılmasını kolaylaştırmıştır. Her iki durumda kısa devre ve metal eritme işlemlerinin otomatik kontrolü kolay bir şekilde gerçekleştirilir.

2. EAF' larının Bazı Özellikleri

EAF' larda ark aralığının iyonlaşmasının değişimi, eritilen metalin buharının, metalin ve curufun erime zamanı hareketi, eritilen metalin yüzeyinde elektrik alan şiddetinin değişimi etkisiyle arkin yer değişmesi, arkin elektromagnetik kuvvetlerin etkisiyle hareketi, elektrotların titreyişi v.b. olaylar, ark akımını değiştiren faktörlerdir. Bu faktörler keyfi karakterli olduklarından akımın değişmesi de keyfi karakterli olur ve;

$$U_{ark}=f(I_{ark}) \quad (1)$$

olduğundan, gerilim değişmesi de keyfi karakterli olur. Bu durumda akım ve gerilim değişimlerini deneme yolu ile incelemek mümkündür. Burada EAF' daki işlemleri incelemek ve onların şebekeye etkisini küçültmek amacıyla Bakü Çelik Eritme Fabrikasındaki DCII-5 tipindeki EAF' larından

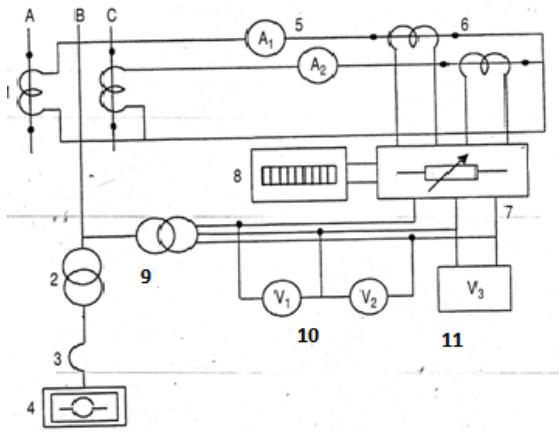
yapılmış deneysel işlemlerin bazıları göz önüne alınmıştır.

2.1.Deneysel İşlemler

Deneyler Şekil-1' de gösterilen şema ile gerçekleştirilmiştir.

Şemada aşağıdaki cihazlar kullanılmaktadır.

1. Fabrikanın yüksek gerilim girişindeki akım ölçü trafoları,
2. Fırın transformatörü,
3. Kısa devre,
4. DCP-5 ark fırını,
5. Fabrika yüksek gerilim girişindeki ölçü ampermetreleri,
6. И54 akım trafoları,
7. P-155 ilave dirençler ve şöntler,
8. CAKH-1 gerilim kalitesinin statik analizörü
9. 6000/100 gerilim ölçü trafosu,
10. Kontrol voltmetreleri.
11. H-344 kaydedici voltmetre.



Şekil:1 – Cihazların bağlantı şeması

3. Deneme Araştırmaları

Elektrik ark fırınlarındaki prosesler keyfi karakter taşırlar. Örneğin arkın akımını aşağıdaki faktörler belirler;

Ark aralığının iyonlaşmasının değişimi, eritilen metalin buharı, metalin ve şlakın hareketi, eritilen metalin yüzeyinde elektrik alan şiddetinin değişimi etkisiyle arkın yer değiştirmesi, arkın elektromanyetik kuvvetlerin etkisiyle hareketi, elektrotların titreşimi,

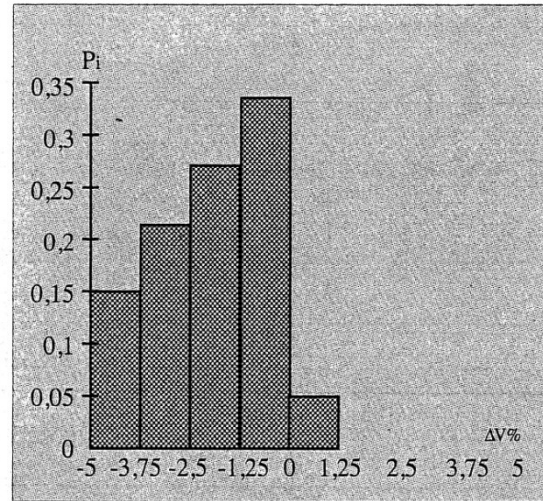
besleyici şebeke gerilimini saptaması v.b. bu faktörler arasında gösterilebilir.

Ark akımının değişimi keyfi karakterli olduğundan, gerilim değişmeside keyfi karakterli olmaktadır. Buna göre de elektrik ark fırınlarındaki elektriksel prosesleri araştırmak için deneysel incelemelerin yapılması gerekir ve sonuçta olasılık araştırma usulleri kullanılarak, keyfi karakterli yük elemanı gibi elektrik ark fırınlarının yük karakterlerini bulma imkânı sağlanmaktadır.

AC akım elektrik ark fırınlarının şebeke geriliminin kalitesine etkisini bulmak için, Bakü metal eritme fabrikasında DCA-5 türlü elektrik ark fırınlarının elektriksel karakteristiklerinin bulunması için deneysel işlemler yapılmıştır. Gerilim saptmalarının muhtelif çalışma rejiminde incelenmesi için CAKH-1 türlü gerilim kalitesinin “statik analizatörü” cihazı kullanılmıştır.

Şekil-1' de fabrika yüksek gerilim şebekesinden beslenen 6000/100 V gerilim ölçüm trafosunun(9) sekonder sargısına bağlanmış CAKH-1(8) cihazı gösterilmiştir.

Şekilde fırın trafosu (2), fırın kısa devresi (3) ve EAF (4) aynen göz önüne alınmıştır(Şekil-2)



Şekil 2 –Olasılık değerlere göre oluşturulan histogram

Gerilim kalitesinin statik analizatör ile muhtelif çalışma rejiminde ölçme sonuçları gerilim saptmalarını bulmaya imkan vermektedir. Örnek olarak, N3 fırının eritme rejiminde çalışmasında alınan sonuçları göz önüne alırız.

Her bir aralık için;

$$P_i = \frac{n_i}{\sum_{i=1}^8 n_i} \quad (2)$$

Göstergesinin olasılığını bularak Tablo 2'yi alırsız.

Tablo 1: N3 elektrik ark fırınlarında deney ölçümlerinin sonuçları

Sayaçların Numaraları ve ölçüm değerleri	Ölçüm Tarihi ve Saati		Aralık sınırlarının değerleri (%)	
	03.06.89 14:00	03.06.89 16:10		
1	3155	3277	-5	-3.75
2	0902	1071	-3.75	-2.5
3	3684	3899	-2.5	-1.25
4	0104	0373	-1.25	0
5	6945	6980	0	1.25
6	1081	1081	1.25	2.5
7	4443	6446	2.5	3.75
8	1760	1660	3.75	5

Tablo 2: Olasılık Değerleri

Sınır Aralık Değerleri		Olasılık (P)
-5	-3.75	0.150
-3.75	-2.5	0.208
-2.5	-1.25	0.265
-1.25	0	0.332
0	1.25	0.043
1.25	2.5	0
2.5	3.75	0
3.75	5	0

Tablo 2' ye göre Şekil 2' de verilmiş olan histogram elde edilir.

Gerilim kalitesinin bozulmasından alınan yualobire değerlendirmek için histogramın adedi karakteristiklerini bulalım. Bunun için histogramın aralıklarını öyle numarayalım ki, ortalığa yakın aralığın numarası sıfır olsun, ondan sol taraf numaralar birer birer azalsın, sağ tarafta ise birer birer artsın(Tablo-3)

Tablo 3: Histogramın sayısal değerleri

Sayaç No	Aralık Numaraları (W)	Olasılık (P)	Aralık Ortalama Değerleri
1	-3	0.15	-4.375
2	-2	0.208	-3.125
3	-1	0.265	-1.875
4	0	0.332	-0.625
5	1	0.043	0.625
6	2	0	1.875
7	3	0	3.125
8	4	0	4.375

Bazı aralık değerlerin hesaplanması;

$$\bar{A} = \sum_{i=1}^8 P_i W_i = -0.150 \times 3 - 0.208 \times 2 \quad (3)$$

$$-0.265 \times 1 + 0.332 \times 0 + 0.43 \times 1 = -1.088$$

$$\bar{D}_a = \sum_{i=1}^8 P_i W_i^2 (\bar{A})^2 = -0.150 \times 9 - 0.208 \times$$

$$4 + 0.265 \times 1 + 0.043 \times 1 - (1.088)^2 = 1.306 \quad (4)$$

(%)² de gerilimin matematiksel ifadesi:

$$A = \bar{U}_o + \Delta U. \bar{A} = -0.625 +$$

$$1.25 \times (-1.088) = -1.985\% \quad (5)$$

(%)² de gerilim sapma dispersiyonu:

$$D = \Delta U^2. D_a - \frac{1}{12} =$$

$$2.041 - \frac{1}{12} = 1.9577(\%)^2 \quad (6)$$

%'de standart sapma:

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{1.9577} \% = 1.399\% \quad (7)$$

(%)² de gerilim değişimi:

$$N = D + (\bar{U})^2 = 1.9577 + \quad (8)$$

$$(-1.985)^2 = 5.8979(\%)^2$$

Yukarıdaki denklemlerde $V0-\%$ le sıfıra aralığının ortasındaki değer, $\Delta U-\%$ 'le aralığın genişliği.

Gösterilen usulle bir veya birkaç fırının birlikte çalışmalarının muhtelif rejimleri için seri denemeler yapılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Sonuçlar

Yapılmış deneylerin genel araştırması gösteriyor ki, en büyük sapma nominal gerilimin $(+1.25)/(-5)\%$ aralığında alınır. Gerilimin $5-\%$ ' den daha fazla küçülmesinin olasılığı $0.2'$ yi geçmiyor. Büyük sapmalar metalin eritilmesi rejiminde alınır.

Kaynakça

1. Leuşın A.I. Ark Yanması(Rus dilinde) "Metalurji" basım evi, Moskova, 1975.
2. Ark Isınması Taze Isınma Türleri " Elektrik Isınmasının VII. Uluslar arası Kongresinin yayınları" Moskova 1975.
3. Arrilaga J., Bradley D. A. and Bodler P. S. Power System Harmonicy Wohn Wiley S Sous, 1985