

Türk Hızlandırıcı Merkezi Infrared Serbest Elektron Lazer Laboratuvarı için Kontrol Sistemi

Emre Eroğlu¹, İlhan Tapan^{1,*}, Suat Özkorucuklu²

¹Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, 16059, Bursa, TÜRKİYE

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Batı Kampüsü, Fizik Bölümü, 32260, Isparta, TÜRKİYE

*yazışılan yazar e-posta: ilhan@uludag.edu.tr

Alınış: 11 Ocak 2010, Kabul: 22 Nisan 2010

Özet: Bu çalışmada, Türk Hızlandırıcı Merkezi (THM) infrared serbest elektron lazer (IR-SEL) laboratuvarında kullanılması düşünülen EPICS (Experimental Physics and Industrial Control System) kontrol sistemi yazılımı tanıtılmıştır. IR-SEL laboratuvarında EPICS yazılımı kullanılarak, SEL' in üretiminden kullanıcı istasyonlarına kadar olan tüm alt birimlerin kontrolü sağlanabilmektedir. THM IR SEL laboratuvarı için, doğrusal elektron hızlandırıcı (e-linak) sisteminde demet akımı ve konumu kaynaktan dump edilene kadar çeşitli noktalarda EPICS yazılımı kullanılarak incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Laboratuvar kontrol sistemi, EPICS, e-linak kontrol

Control System for Turkish Accelerator Center Infrared Free Electron Laser Laboratory

Abstract: In this work, EPICS (Experimental Physics and Industrial Control System) program chosen for the control system of the Turkish Accelerator Center (TAC) infrared free electron laser (IR-FEL) laboratory has been introduced. By using EPICS program, the control of all sub systems can be provided from SEL production phase to the user stations in IR-FEL laboratories. Beam current and position in a linear electron accelerator (e-linak) system for TAC IR-FEL laboratory have been investigated from source to dump by using EPICS program.

Key words: Laboratory control system, EPICS, e-linak control

1. Giriş

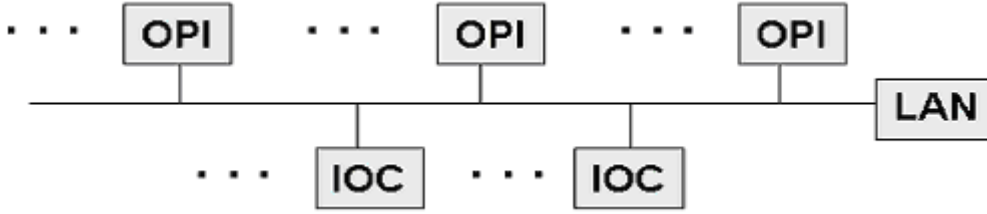
Türk Hızlandırıcı Merkezi projesi kapsamında, infrared serbest elektron lazer (IR-SEL) test laboratuvarı kurulması planlanmıştır. Bu laboratuvarında süper iletken doğrusal elektron hızlandırıcısı ile 40 MeV enerjiye kadar hızlandırılan elektronlar kullanılarak, 2–250 mikrometre dalgaboyu aralığında serbest elektron lazeri elde edilecektir.

Bu laboratuvarın bilgisayarlar ve yazılım modüllerinden oluşan bir kontrol sistemine ihtiyacı vardır. Kontrol sistemi, hızlandırıcı tesisinin kullanıcı-makine ara yüzünü sağlamaktadır. Sistem tesisin güvenli çalışmasını ve makine parametrelerinin grafiksel bir şekilde gösterilmesini sağlar. Buna ek olarak sistem, farklı makinelerin parametre ayarlamaları için veri setlerini hazırlar, hafızaya alır ve sonraki değerlendirmeler için ölçülen değerleri zamana bağlı olarak dosyalar ve saklar. Sistem bilgisayar ağı yardımıyla bir merkezden (kontrol odası) idare edilir.

Bu çalışmada IR SEL laboratuvarı doğrusal elektron hızlandırıcı sisteminde termoiyonik kaynak ve IOT kullanılarak 1,6 mA olarak elde edilen demet akımının kontrolü, EPICS kontrol sistemi yazılımı kullanılarak yapılmıştır [1].

1. Materyal ve Metot

EPICS, Argonne ve Los Alamos National Laboratuvarları tarafından parçacık hızlandırıcı laboratuvarlarında ve büyük deneylerde kullanılmak üzere geliştirilmiştir [2]. EPICS fiziksel olarak karmaşık bir yapıya sahip olmayan TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) ve UDP (User Datagram Protocol) aracılığıyla bir kontrol sistemi oluşturmak için kullanılan yazılım bileşenlerinden oluşur. Temel EPICS bileşenleri operatör ara yüzü (OPI), giriş/çıkış kontrolleri (IOC) ve yerel ağ bağlantısı (LAN) olup Şekil 1’ de görülmektedir [3].

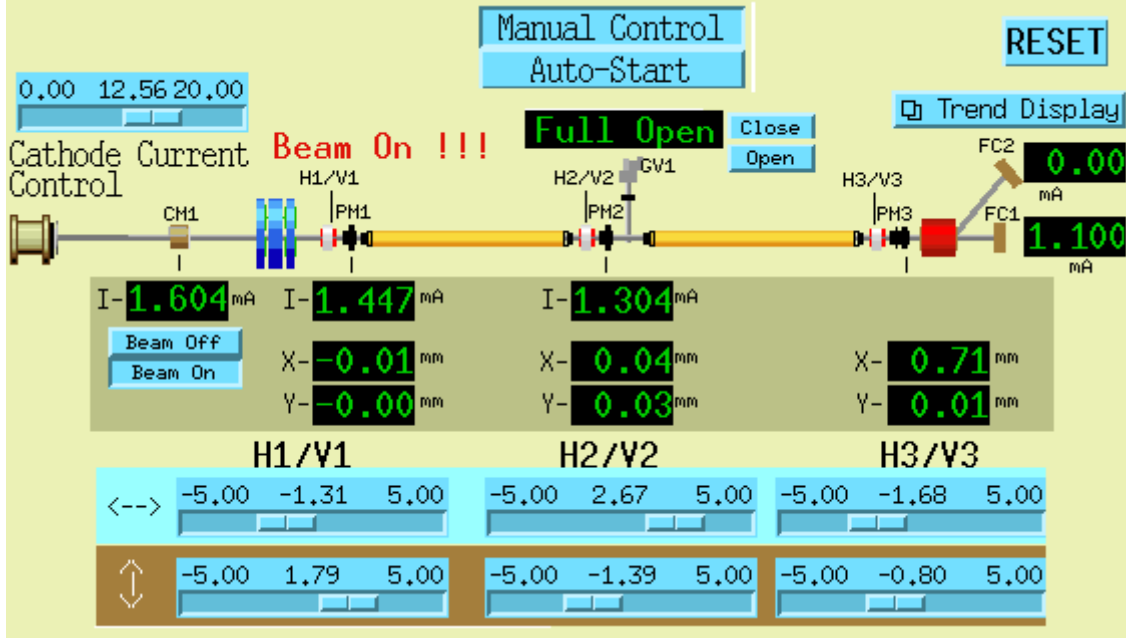


Şekil 1. Temel EPICS bileşenleri

Bir SEL laboratuvarı kontrol sistemi modelinde; yeterli sayıda dosya, veritabanı ve LINUX işletim sistemlerindeki uygulama sunucuları, kontrol odası servisleri ve konsolları bulunur [4,5]. Tüm tesis elektron kaynağı, hızlandırıcı hattı, SEL üretimi, SEL demet hattı, diyagnostik ve deney istasyonları birimlerden oluşur. Elektron kaynağı ve hızlandırıcı hattı kısmı ele alındığında, sistem 4 farklı ekrandan kontrol edilmektedir.

1.1. MEDM (Motif Editor ve Display Manager)

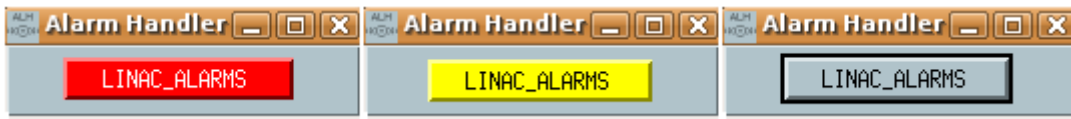
Şekil 2’de görülen bu ekrandan katot akımı kontrol edilerek katot sıcaklığı ayarlanır. Daha sonra demet hattı açılır (Beam On) ve elektronların linak boyunca hareket etmelerine izin verilir. Demet hattı üzerinde elektron akımı ve konumu çeşitli noktalara yerleştirilmiş akım (CM) ve konum (PM) monitörleri tarafından okunur. Elektronların, demet hattı üzerindeki yatay (X) ve düşey (Y) konumları hassas bir şekilde ayarlanabilir. Bu ayarlar demet hattı üzerine yerleştirilen odaklayıcı mıknatıslar tarafından yapılır. Bir mıknatıs ayarından sonra elektronların linak boyunca yoluna devam edebilmesi için diğer mıknatıslar arasındaki valfler açılır. Elektronlar linakın sonuna ulaştığında akım Faraday Cup (FC)’ lar tarafından ölçülür.



Şekil 2. Doğrusal hızlandırıcı için MEDM ekranı

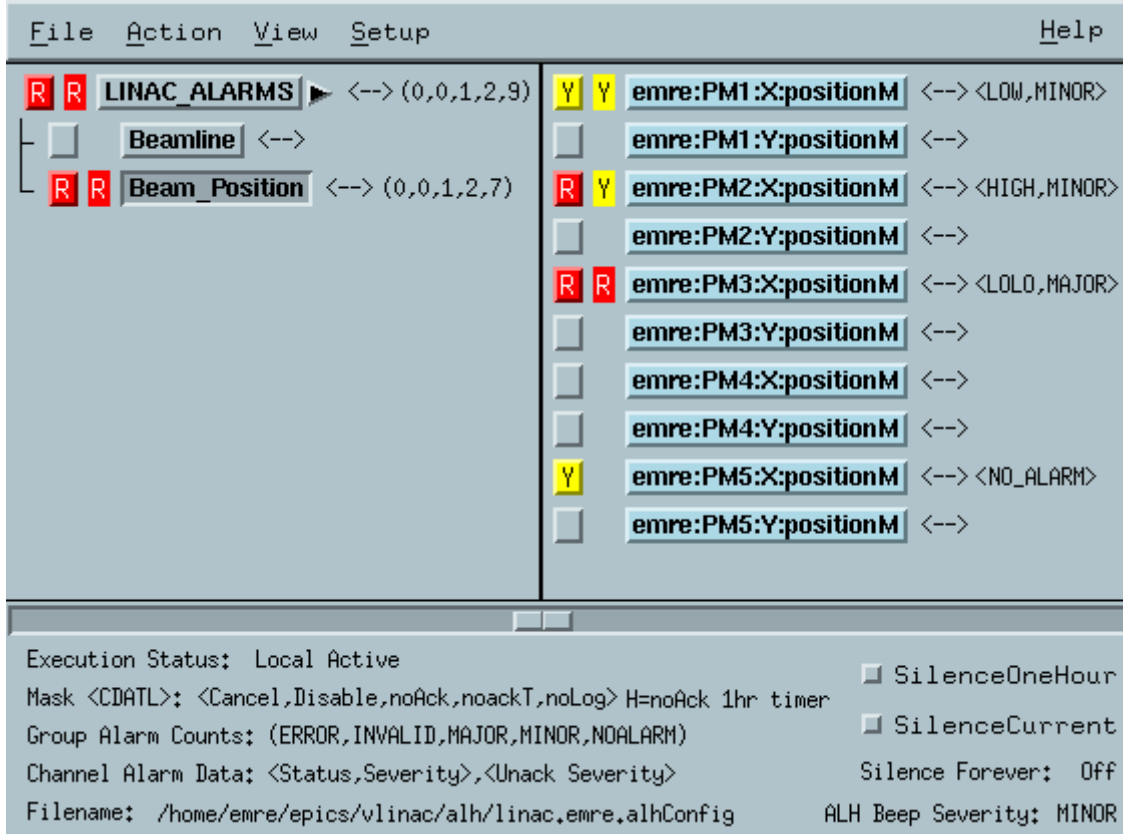
1.2. Alarm Handler (ALH)

EPICS Alarm Handler (ALH), EPICS işlem değişkeni veritabanı dosya bilgisine dayalı olarak, tüm güncel alarmların görüntülenmelerini sağlayan bir sistem izleme yazılımıdır. Sistemin sıcaklık veya akım değerlerinde tehlikeli bir değişim olduğunda ALH ana ekranı kullanıcıyı uyarır. Bu uyarı, alarm seviyesine göre kırmızı veya sarı olarak değişir (Şekil 3).



Şekil 3. Alarm Handler ana ekranı

Yüksek seviyeli bir alarm olduğunda, ALH ana ekranında kırmızı alarm, daha düşük seviyede bir alarm olduğunda ise sarı renkte alarm görülür. Eğer herhangi bir tehlike yoksa ALH ana ekranındaki renkte bir değişiklik olmaz. Kullanıcı, bu uyarının üzerine tıkladığında alarmın detaylarını ve şiddetini gösteren başka bir ekran açılır ve bu ekrandaki R (kırmızı) ve Y (sarı) yazılı kutulara tıklayarak alarmı sonlandırır (Şekil 4).

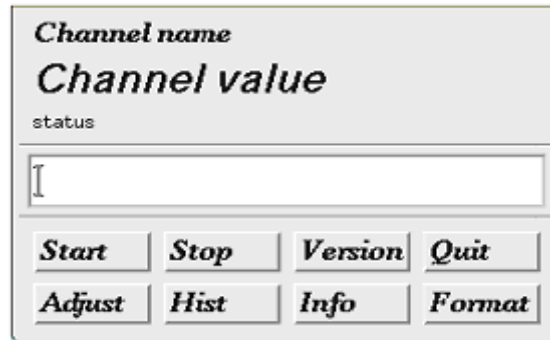


Şekil 4. ALH Linac alarmları

Alarm seviyeleri HIHI (çok yüksek), HIGH (yüksek), LOLO (çok düşük) ve LOW (düşük)'dur. HIGH için MAJOR, LOW için MINOR tanımlamaları da kullanılır. Alarm seviyesi çok yüksek olduğunda sistemin zarar görmemesi için ALH, demet hattındaki valfları kapatır (Beam Off) ve elektronların geçişini engeller.

1.3. Probe

Açılan 'probe' ekranına istenilen herhangi bir fiziksel değişkenin adı girilerek, değişkenin o andaki değeri görülebilir veya izin verilen değerler üzerinde değişiklik yapılabilir (Şekil 5).



Şekil 5. Probe ekranı

1.4. Strip Tool

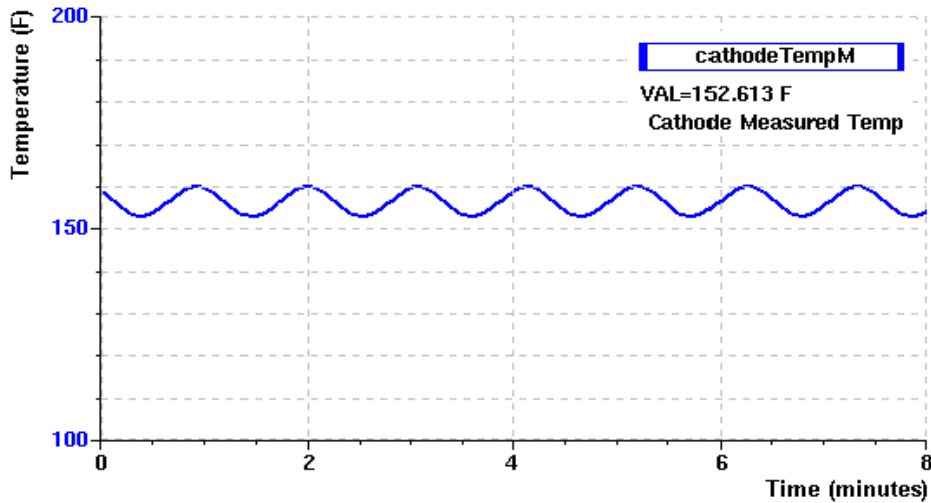
MEDM ekranında görülen herhangi bir fiziksel değişkenin zamana bağlı değişim grafiği bu ekrandan çizdirilebilir. Grafiğin sınırları ve birimleri ayarlanabilir. Bunun için, Şekil 6’ da görülen strip tool ekranındaki “Plot New Signal” yazılı yere grafiği çizdirilmek istenen değişkenin adı yazılır veya daha önceden hazırlanan ‘.stp’ uzantılı dosya menüden sırasıyla ‘File’ ve ‘Load’ komutları kullanılarak çağırılır ve çizdirilir.



Şekil 6. Strip Tool ekranı

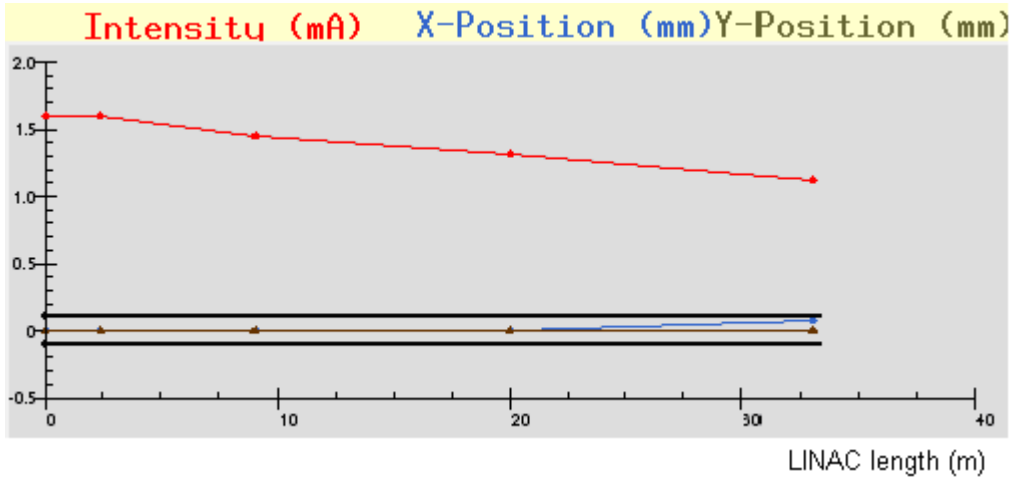
2. Bulgular

LINUX işletim sisteminde çalıştırılan EPICS yazılımı ile sanal olarak oluşturulan THM IR SEL laboratuvarı doğrusal elektron hızlandırıcı sisteminde elektron demet akımının kontrolü, termoyonik kaynaktan dump edilene kadar yapılmıştır. Önce sanal olarak oluşturulan sistemle giriş/çıkış kontrolleri (IOC) aracılığı ile bağlantı kurulur. MEDM ekranında (Şekil 2) katot akımı 1.6 mA olarak ayarlanarak gerekli katot sıcaklığına ulaşılır. Bu sıcaklık 150 °F’ dan büyük olacak şekilde gerçekleşir. Bu esnada ALH çalıştırılarak sistemde tehlike olup olmadığı kontrol edilebilmektedir. Strip Tool ekranı kullanılarak elde edilen, 1,6 mA akım için katot sıcaklığının 8 dakika boyunca değişimi Şekil 7’ de verilmiştir.



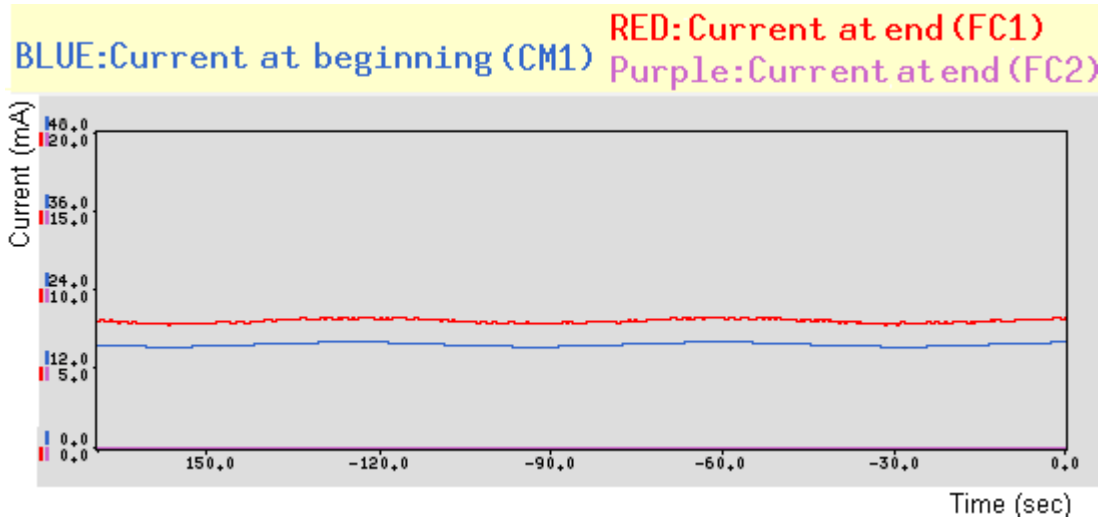
Şekil 7. Katot sıcaklığının zamana bağlı değişimi

Daha sonra MEDM ekranından demet hattı açılarak (Beam On) elektronların linak içerisinde hareketine izin verilir. Mıknatıslar yardımı ile demetin yatay (X) ve düşey (Y) pozisyonunu 1mm'lik sınırlar içerisinde kalacak şekilde ayarlanır. MEDM ekranında bulunan göstergelerdeki tüm değerler yeşil renkte görünüyorsa sistemin çalışabilmesi için uygun değerler sağlanmış demektir. Demet hattı üzerinde, demetin akım değerinin ve konumunun değişimi MEDM ekranında bulunan grafikten görülebilmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. Demet akımının (kırmızı) ve konumunun (mavi yatay konum, kahverengi düşey konum) demet hattı boyunca değişimi

Yine MEDM ekranında bulunan “Trend Display” tuşuna tıklandığında ise açılan ekran, demet hattının başlangıcında akım monitörü (CM1) tarafından ve hattın sonundaki Faraday Cuplar (FC1 ve FC2) tarafından ölçülen akım değerlerinin o ana kadarki değişimini gösterir (Şekil 9). Demet FC2 nin bulunduğu hatta yönlendirilmediği için, okunan akım değeri sıfırı göstermektedir (Bakınız Şekil 2, MEDM ekranı).



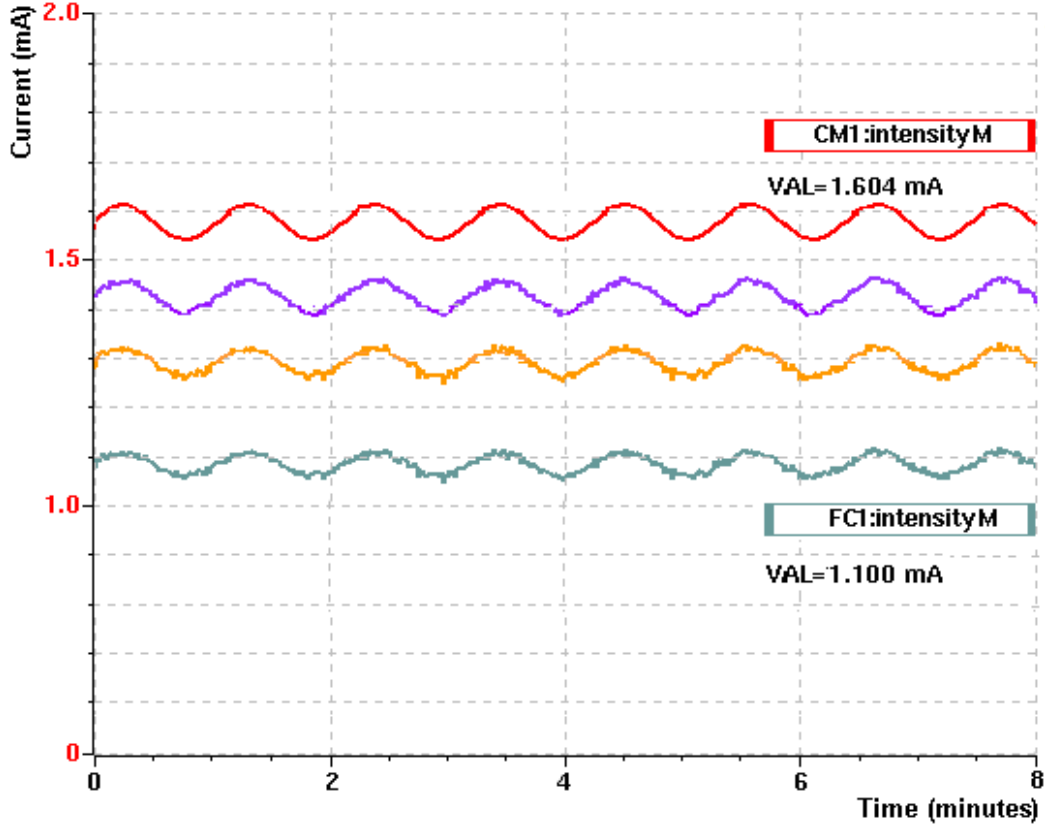
Şekil 9. Demet hattının başlangıcında (mavi çizgi) ve sonunda (kırmızı çizgi FC1, mor çizgi FC2) ölçülen akımların son 150 s içerisindeki değişimi

Şekil 10, Probe ekranı kullanılarak CM1 tarafından o anda ölçülen akım değerini göstermektedir. Bu değer, MEDM ekranında görünen değerle aynıdır ve eşzamanlı olarak değişir.



Şekil 10. CM1 tarafından ölçülen katot akımının Probe ekranında görünümü

Strip Tool ekranı kullanılarak 8 dakika boyunca demet hattı üzerinde ölçülen akımların değişimi Şekil 11’de verilmiştir. Başlangıçta ortalama değeri 1.604 mA olan akım hattın sonunda 1.100 mA değerine kadar azalmıştır. Şekil 2’deki MEDM ekranında görülen PM1 ve PM2 yardımı ile demet hattının belirli noktalarındaki demet akımının zamanla değişimi izlenebilmektedir.



Şekil 11. Linak boyunca akım değişimi

3. Tartışma ve Sonuç

Yüksek enerji fiziği laboratuvarlarında kontrol sistemi yazılımı olarak yaygın bir şekilde kullanılan EPICS, Türk Hızlandırıcı Merkezi IR-SEL Laboratuvarı elektron kaynağı ve hızlandırıcı hattı kısmının kontrolünde başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Yazılımın kullanım kolaylığı ve kullanıcıya sistemdeki değerleri kontrol ve değiştirme olanağı sunması önemli özelliklerindedir. EPICS ile sadece kaynak ve linak birimleri değil, diğer tüm birimlerin kontrolü de mümkündür. Yapılan bu çalışmalar, EPICS' in Türk Hızlandırıcı Merkezi IR-SEL Laboratuvarı kontrol sistemi yazılımı olarak kullanılmasının uygun olacağını göstermektedir.

Kaynaklar

- [1] THM IR Serbest Elektron Lazeri Donanım Teknik Komitesi Toplantı Raporu, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 2009.
- [2] <http://www.aps.anl.gov/epics/> (2010)
- [3] Porter R.R., 2006. EPICS Control of Sample Environment, The Fourth International Workshop on Sample Environment at Neutron Scattering Facilities, September 6-8, Argonne, IL USA.
- [4] Bessy Fel technical design report, 2004.
- [5] Hunt S., 2003. Integration of industrial PLCs into an EPICS control system, Proceedings of ICALEPCS, October 13-17, Gyeongju, Korea, pp. 475-476.

Emre Erođlu e-posta: emreeroglu@uludag.edu.tr

Suat Özkorucuklu e-posta: osuat@fef.sdu.edu.tr