

BİLGİSAYAR DENETİMLİ SÜRTÜNME KAYNAK MAKİNASI

İsmail ERSÖZLÜ¹, Sare ÇELİK²

¹ K.K. Astsabay Hazırlama Okulu, Teknik Bilimler Bölüm Başkanlığı-BALIKESİR
E-Posta: iersoza@mynet.com

² Balıkesir Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü-BALIKESİR
E-Posta: scelik@balıkesir.edu.tr

ÖZET

Sürekli tahrikli sürtünme kaynak makinasının, hidrolik ünitesi ve elektrik-kumanda devresi yeniden tasarlanıp montajı yapılarak, cihaz hem elle (manuel) kontrollü hem de bilgisayar kontrollü olarak çalışır hale getirilmiştir.

Sürtünme kaynak makinasının bilgisayar kontrollü çalışması için, Delphi 6 programlama dili ile bir bilgisayar programı yazılmış ve bir elektronik kontrol ünitesi tasarlanarak imalatı gerçekleştirilmiştir. Bilgisayar programı ile sürtünme kaynak makinasının; ana tahrik motoru, kavrama sistemi, fren sistemi, ve hidrolik devrenin pompa motoru, sürtünme basıncı devresi, yığıma basıncı devresi, geri dönüş devresi kontrol edilmektedir.

ANAHTAR SÖZCÜKLER : Kaynak / sürtünme kaynağı

ABSTRACT

Hydraulic unit and electric-control circuit of the continuous drive friction welding machine was redesigned and mounted so that the machine was made to operate both manually and by means of a computer program.

In order to operate the friction welding machine under control, a computer program is written by using Delphi 6 programming language and a designed electronic control unit is produced. By means of this computer program, the main driving electric motor, the clutching system, the brake system, the hydraulic unit pump motor, friction pressure circuit, upset pressure circuit and roll-back circuit are controlled in the friction welding machine.

KEY WORDS : Welding / friction welding

1. GİRİŞ

Günümüzde, endüstriyel üretimdeki hızlı artış ve rekabet ortamı, üretimin seri ve maliyetinin ucuz olmasını gerekli kılmıştır. İmalat sektörü, üretimin seri ve daha az maliyetle gerçekleştirebilmesi için ham madde fiyatı ve işçilik giderlerini minimuma indirmenin yollarını aramıştır. Bu durum, endüstride otomasyonun ve değişik imalat yöntemlerinin kullanılmasına yol açmıştır.

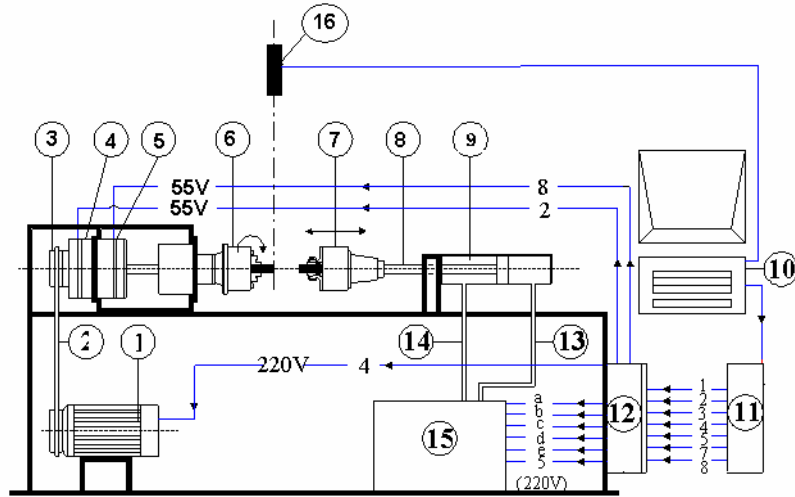
Sürtünme direncinin ısıya dönüşen kısmı, malzemeleri çok dar bir bölgede de olsa kaynak yapma, hatta ergitme sıcaklığına kadar yükseltebildiği için, bu enerjiden "sürtünme kaynağı" yapabilmek için faydalanılmaktadır. Sürtünme kaynağı ile yapılan birleştirmelerde, bağlantı mukavemeti üzerinde; dönme hızı, sürtünme zamanı, sürtünme basıncı, yığıma zamanı

ve yığılma basıncı gibi kaynağı parametrelerinin etkili olduğu görülmüştür. Sürtünme kaynağı yöntemi kullanılarak benzer ve benzer olmayan, hatta bir çok karmaşık malzemenin birleştirilebilmesi yapılabilmektedir. Malzemelerde bu şekilde birleştirmeler yapılarak, üretim sektöründe ham madde olarak kullanılması imalat sektöründe enerji ve materyal tasarrufu sağlamıştır[1-6].

Sürtünme kaynak makinasının bilgisayar kontrollü çalıştırılması, üretimin seri bir şekilde gerçekleşmesini, işçilik maliyetinin daha düşük olmasını sağlayacak ve çalışanların iş yapabileme becerisine bağımlılığı minimum seviyeye indirecektir.

2. MEKANİK TASARIM

Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Laboratuvarında bulunan sürekli tahrikli sürtünme kaynak makinasının[7]., hidrolik ünitesi ve elektrik-kumanda devresi yeniden dizayn edilerek, cihaz hem elle (manuel) kontrollü olarak hem de bilgisayar kontrollü olarak çalıştırılmıştır(Şekil 1 ve Şekil 2).



1. Ana tahrik motoru, 2. "V" Kayısı, 3. Kasnak, 4. Elektromanyetik kavrama, 5. Elektromanyetik fren, 6. Ayna, 7. Pens, 8. Piston kolu, 9. Çift etkili hidrolik silindir, 10. Bilgisayar, 11. Elektronik kontrol ünitesi, 12. Elektrik-Kumanda devresi, 13. Basınç hattı, 14. Dönüş hattı, 15. Hidrolik ünite, 16. Kızıl ötesi sıcaklık ölçme cihazı

Şekil 1 Sürekli Tahrikli Sürtünme Kaynak Makinasının Şematik Şekli

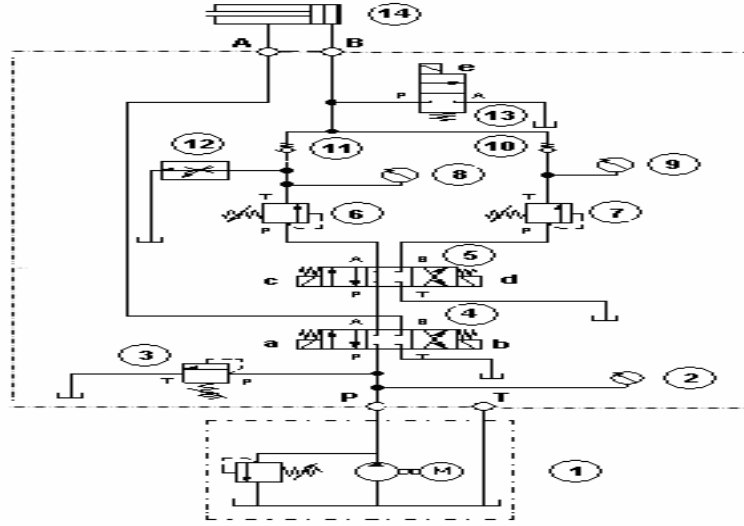
Bilgisayar programı ile sürtünme kaynak makinasının; ana tahrik motoru, kavrama sistemi, fren sistemi, ve hidrolik devrenin pompa motoru, sürtünme basıncı devresi, yığılma basıncı devresi, geri dönüş devresi kontrol edilmektedir.



Şekil 2 Kaynak Makinasının Resmi

2.1 Hidrolik Devre

Şekil 3' de şematik şekli görülen hidrolik devre; pompa motor ünitesi, valf bloğu ve hidrolik silindir olmak üzere üç temel üiteden oluşur. Pompa motor ünitesi 160 daN/cm^2 basıncında sabit bir sıvı basıncı üretmektedir. Bu basınç, valf bloğu tarafından ayarlanarak hidrolik silindiri iki farklı ileri hareket basıncı ile çalıştırmaktadır. 14 No' lu hidrolik silindir pistonunun geri dönüşü 3 No' lu basınç ayar valfi ile ayarlanmış hidrolik pompa motor ünitesinin basıncıyla serbest olarak gerçekleşmektedir.



1. Hidrolik pompa motor ünitesi, 2. Manometre, 3. Basınç ayar valfi, 4. Selenoid kumandalı yön kontrol valfi, 5. Selenoid kumandalı yön kontrol valfi, 6. Basınç ayar valfi, 7. Basınç ayar valfi, 8. Manometre, 9. Manometre, 10. Çek valf, 11. Çek valf, 12. Akış ayar valfi, 13. Yön kontrol valfi, 14. Hidrolik silindir

Şekil 3 Sürekli Tahrikli Sürtünme Kaynak Tezgahının Hidrolik Devresi

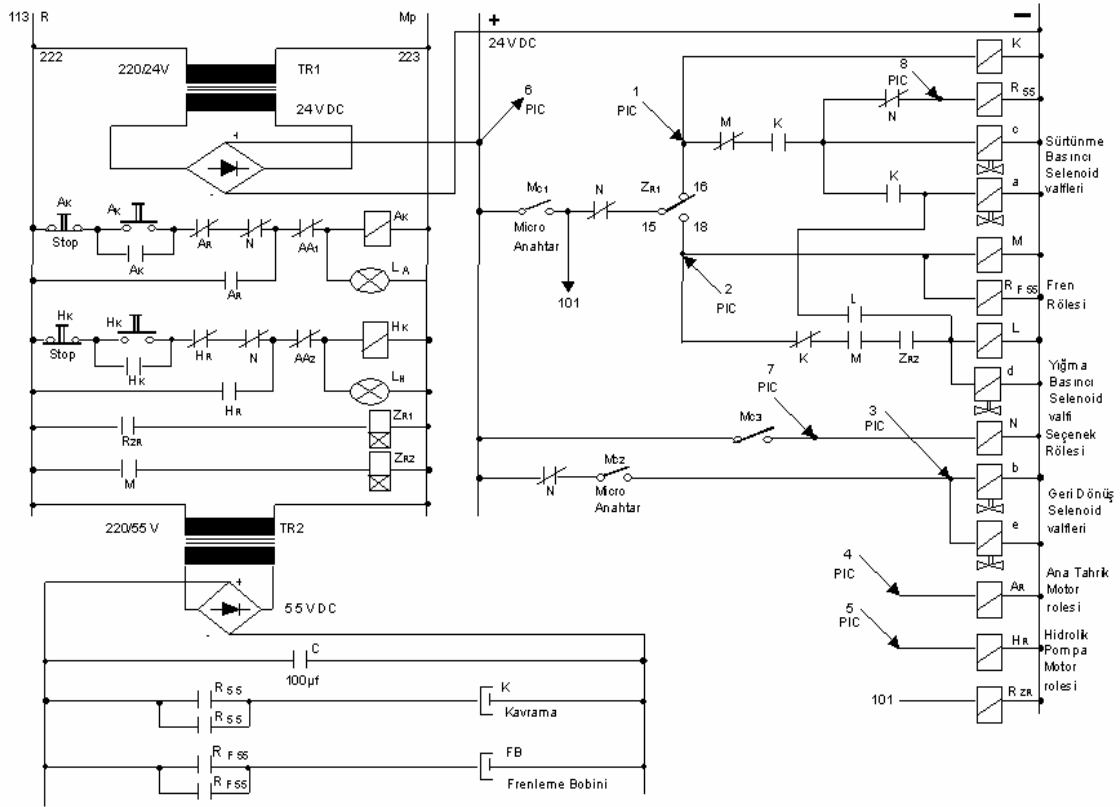
Sürtünme basıncı, 5 No'lu yön kontrol valfi hattındaki 6 No' lu basınç ayar valfi üzerinden ayarlanır. 4 ve 5 No' lu yön kontrol valflerinin a + c bobinleri enerjilendirildiği zaman hidrolik pompa motor ünitesinin oluşturduğu basınç, 5 No'lu yön kontrol valfi ve 6 No' lu basınç ayar valfi tarafından düzenlenerek ayarladığımız değerde 14 No'lu hidrolik silindire gönderilir.

4 ve 5 No' lu yön kontrol valflerinin a + c bobinlerinin enerjileri kesilip a + d bobinleri enerjilendirildiği zaman hidrolik pompa motor ünitesinin oluşturduğu basınç, 7 No' lu basınç ayar valfi tarafından düzenlenerek ayarladığımız değerde yağma basıncı olarak silindire gönderilir .

4 ve 5 No' lu yön kontrol valflerinin a + d bobinlerinin enerjileri kesilip, 4 No' lu ve 13 No' lu yön kontrol valflerinin b + e bobinleri enerjilendirildiğinde hidrolik silindirin pistonu geri hareketini gerçekleştirir[8].

2.2 Elektrik Şeması

Tezgahın elektrik-kumanda devresi; güç devresi, elektrik panosu ve kumanda devresinden(Şekil 4) oluşmaktadır. Elektrik panosu ve kumanda devresinde elektronik kontrol ünitesinin kumanda giriş uçları ve numaraları (PIC 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8) görülmektedir[9].



Ak : Ana tahrik motoru start, stop butonu, Hk : Hidrolik pompa motoru start, stop butonu, a: 1nci Yön kontrol valfinin sol bobini, b: 1nci Yön kontrol valfinin sağ bobini, c: 2nci Yön kontrol valfinin sol bobini, d: 2nci Yön kontrol valfinin sağ bobini, e: Geri dönüş yön kontrol valfinin bobini, Mc₁, Mc₂, Mc₃ : Mikro anahtar, L_A, L_H: İkaz lambası, K, L, M: Röle, Rz₁, Rz₂ : Röle, R_{F55} : Fren bobini rölesi, R₅₅: Kavrama bobini rölesi, ZR₁: 1nci Zaman rölesi, ZR₂: 2nci Zaman rölesi, TR1, TR2: Transformatör,

Şekil 4 Sürtünme Kaynak Makinası Elektrik Kumanda Devresi

3. DENETİM ÜNİTESİ

3.1 Bilgisayar Programı Ünitesi

Sürtünme kaynağı cihazının bilgisayar kontrollü çalışması için Delphi 6 programlama dili[10] ile bir bilgisayar programı ve elektronik kontrol ünitesi hazırlanmıştır. Programın ekran görüntüsü Şekil 5' de verilmiştir. Ekran, kaynak parametreleri 1 ve kaynak parametreleri 2 olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır:

Birinci kısımda sürtünme kaynağı makinasının kumandasına etkisi olmayan, kullanıcı tarafından değerleri girilen ve kaynak işlemine başlamadan önce kaynak parametreleri değerlerini kontrol etmemize veya daha sonra bu bilgileri hatırlamamıza olanak tanıyan motor devri, parça devri, sürtünme süresi, numunelerin adlarının yazıldığı kaynak parçası 1 ve kaynak parçası 2 penceresi, sürtünme basıncı ve yağma basıncının girildiği pencerelerden oluşmaktadır.



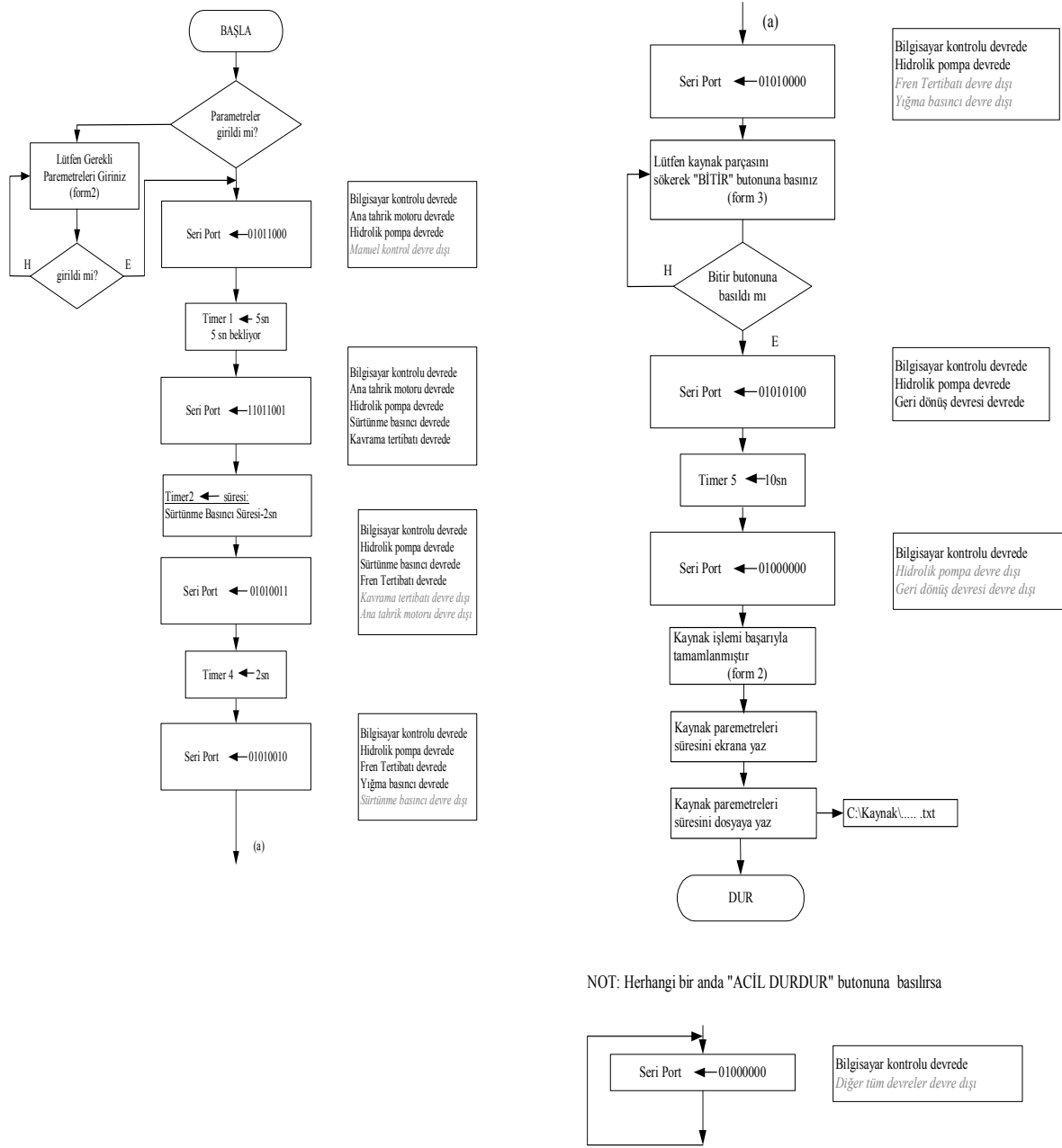
Şekil 5 Bilgisayar Programı Ekran Görüntüsü

İkinci kısımda ise bilgisayar çıkışı hangi seri porttan gerçekleştirilecek ise o portun ayarlanmasına imkan tanıyan com1 veya com2 penceresi ve ayarla butonu, sürtünme basıncının çalışma süresi ve yığıma süresi değerlerinin saniye olarak girildiği pencere, kaynağa başladığında cihazın çalıştığı kısımlarının çalışma sırasının ve süresinin gösterildiği pencere, kaynak işleminin başlatılması ve bitirilmesini sağlayan başla ve bitir butonu ve kaynağın başlama, bitiş saati ve süresini gösteren kısımlardan oluşmaktadır. Ekranda ayrıca işlem esnasında gerektiğinde kaynağın acil durdurulmasını sağlayan "ACİL DURDUR" butonu vardır.

Sürtünme basıncı çalışma süresi ve yığıma süresi penceresine değerler girilip "BAŞLA" butonuna basıldığı zaman bilgisayar programı RS 232 seri port bağlantısı ile Şekil 6' da görülen akış şemasına göre elektronik kontrol ünitesine gerekli komutları gönderir.

Kaynak parametreleri 2 penceresinde yer alan sürtünme basıncı çalışma süresi ve yığıma süresi penceresine yazılan değerler kaynak makinasının ve kaynak parametrelerinin çalışma süresini aşağıda açıklandığı şekilde belirler:

Sürtünme basıncı çalışma süresi iki unsuru içerir, hidrolik pistonun ilerleme zamanı ve sürtünme zamanını içerir. İlerleme zamanı iki kaynak parçanın bir birine temas ettiği ana kadar geçen süreyi ihtiva eder. Kaynak parçalarının birbirine temasının yavaş olması için 8 saniye olarak akış ayar valfinden (Şekil 3) ayarlanmıştır. Deneysel çalışma esnasında ilerleme zamanı sabit kalmıştır. Örneğin; sürtünme zamanının 6 saniye olmasını istiyorsak bu pencereye $8+6=14$ saniye yazılması gerekmektedir.

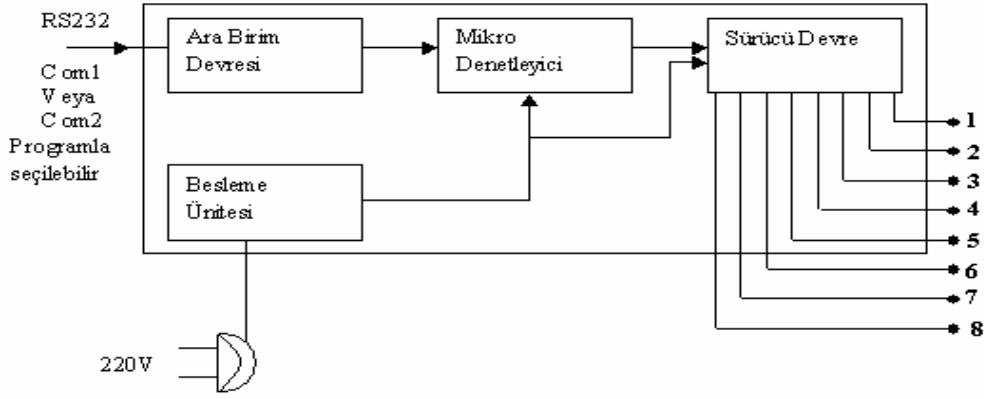


Şekil 6 Bilgisayar Programı Akış Şeması

Yiğma süresi penceresine yazdığımız değer, fren sisteminin çalışma süresi ve yiğma basıncının çalışma süresini belirler. Fren sistemi devreye girdikten 2 saniye sonra 2nci zaman rölesi yiğma basıncı rölesini enerjilendirerek yiğma basıncının kaynak parçalarına etki etmesini sağlar. Sistemde yiğma basıncı uygulama süresi boyunca fren sistemi çalışarak kaynak parçasının dönmesi engeller.

3.2 Elektronik Kontrol Ünitesi

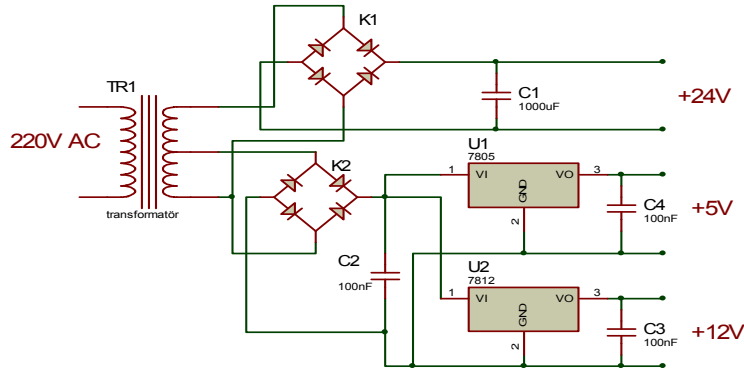
Bilgisayar programının göndermiş olduğu bilgilere göre sürtünme kaynak makinasının kumanda devresini kontrol eden bir elektronik kontrol ünitesi tasarlanarak imalatı



1. Sürtünme devresi, 2. Fren devresi, 3. Geri dönüş devresi, 4. Ana tahrik motoru, 5. Hidrolik pompa 6. Boş, 7. Bilgisayar Kontrolü (Seçenek rölesi), 8. Kavrama devresi

Şekil 7 Elektronik Kontrol Ünitesi

gerçekleştirilmiştir(Şekil 7)[9, 11, 12]. Elektronik kontrol ünitesi; ara birim devresi, mikro denetleyici, sürücü devre ve besleme ünitesi olmak üzere dört kısımdan oluşur. Besleme ünitesi, mikro denetleyici ve sürücü devresini beslemektedir. 220V alternatif şebeke geriliminden 24V, 12V ve 5V'luk üç ayrı doğru gerilim değeri elde edilmektedir(Şekil 8).

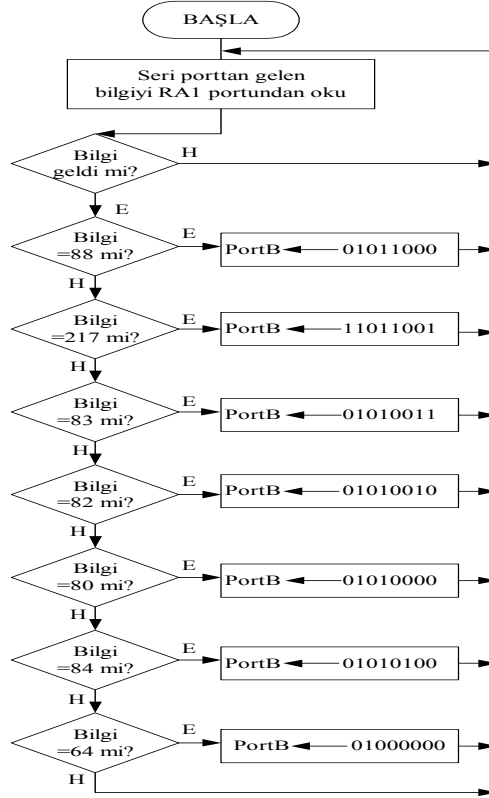


- TR1= Transformatör, K1ve K2= Köprü diyotlar, C1, C2, C3, C4= Kondansatör, U1, U2= Regüle entegreleri

Şekil 8 Besleme Ünitesi Devre Şeması

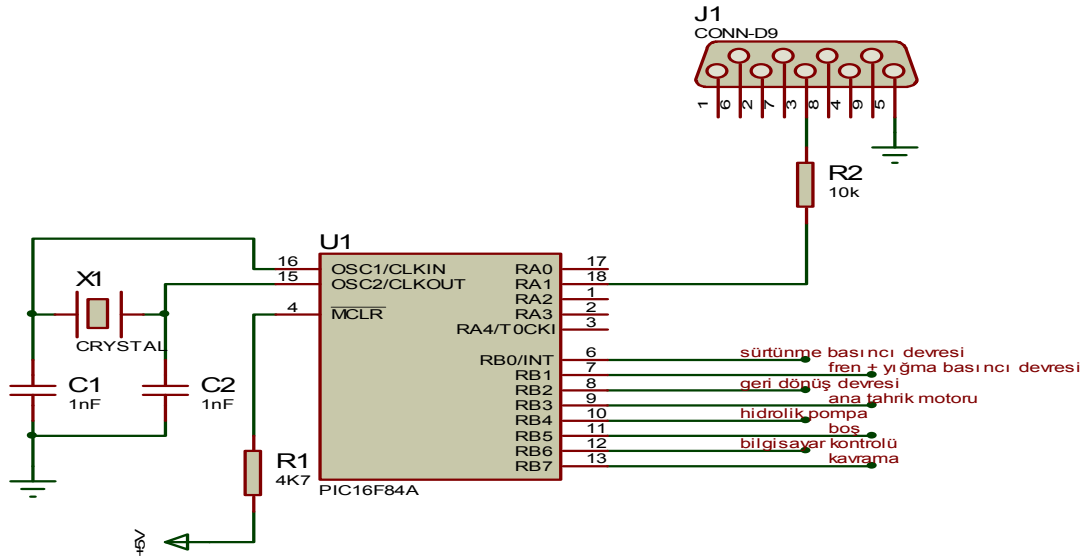
5V Elektronik devrenin beslenmesi için kullanılırken 24V kumanda röleleri için , 12V sürücü rölelerinin enerjilendirilmesi için kullanılır. Alternatif gerilimi doğru gerilime çevirmek için iki adet köprü diyot kullanılmıştır. Köprü diyotun birisinden (K1) direkt 24V elde edilmektedir. Diğerinden (K2) ise 12V elde edilmektedir. Elde edilen bu 12V daha sonra 7812 (12V) ve 7805(5V) regüle entegreleri ile düzenlenerek 12V ve 5V olarak kullanılmaktadır. Kondansatörler burada voltaj düzenlemektedirler.

Bilgisayar programının göndermiş olduğu sinyal gerilimleri RS 232 portu ve kablosu aracılığı ile elektronik kontrol ünitesine gelir. Ara birim bilgisayar seri portundan gelen sinyal voltajını R2 direnci vasıtasıyla mikro denetleyici (PIC16F84) entegresi ile uygun hale getirmektedir(5V). Bilgisayardan gelen veriler mikro denetleyicinin A portunun 1 nolu ucundan (RA1) alınarak, PIC Basic program dilinde hazırlanmış Şekil 9' da verilen akış şemasına göre değerlendirilir ve değerlendirilen bilgiye uygun olarak B portuna +5V gönderir veya göndermez(Şekil 10).



Şekil 9 Mikro Denetleyici Akış Şeması

Mikro denetleyicinin çalışması için 4MHz' lik kare dalga sinyal üreten kristal kullanılmıştır. Mikro denetleyicinin resetlenmesi istenmediği için mikro denetleyicinin MCLR ucuna program çalıştığı sürece +5V gönderilmektedir[11].

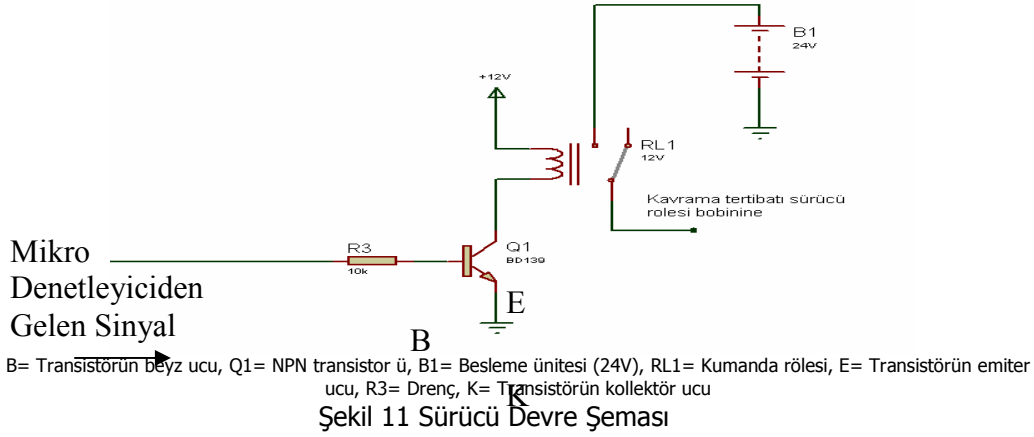


J1=RS 232 Portu, R1,R2=Direnç, U1=Mikro denetleyici entegre, X1=Kristal, C1,C2=Kondansatör

Şekil 10 Ara Birim ve Mikro Denetleyici Devre Şeması

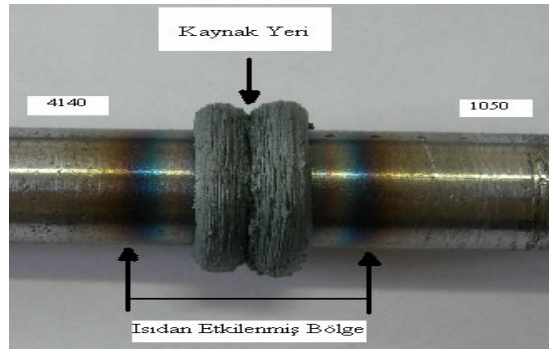
Mikro denetleyicinin A portundan lojik-1 bilgisi B portuna gelirse mikro denetleyicinin RB ucundan ilgili transistörün beyzine +5V' luk sinyal gerilimi gönderilir ve transistör iletime geçer. Transistörün kolektör-emiter arası kısa devre ve röle kontaklarından besleme ünitesinin 24V geriliminin geçmesi sağlanarak elektrik-kumanda devresinin (Şekil 4) ilgili devre sürücü röle

bobini enerjilendirerek (Örneğin; kavrama tertibatı sürücü bobini rölesi gibi) ilgili devre çalıştırılır(Şekil 11).



Mikro denetleyici A portundan lojik-0 bilgisi B portuna geldiği zaman transistör kesime geçer ve kumanda rölesi bobininden akım geçmez ve kumanda devresi (Şekil 2.4) ilgili devre sürücü röle bobini 24V ile enerjilendirilmemiş olur ve ilgili devre çalışmaz[8, 9].

Bilgisayar programı ile sistemin; ana tahrik motorunun çalıştırılması, çalışma süresi ve durdurulması, hidrolik pompa motorunun çalışması, çalışma süresi ve durdurulması, kavrama sisteminin çalışması, çalışma süresi ve durdurulması, fren sisteminin çalışması, çalışma süresi ve durdurulması, sürtünme basıncının çalışması, çalışma süresi ve durdurulması, yağma basıncının çalışması, çalışma süresi ve durdurulması ve geri dönüş devresinin çalışması, çalışma süresi ve durdurulması kontrol edilmektedir. Cihaz ile yapılmış bir kaynak numunesinin resmi Şekil 12' de görülmektedir.



Şekil 12 Kaynaklı Numune Resmi

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Sürtünme kaynak makinasının hidrolik devresinin yeniden dizayn edilip montajının yapılması: sürtünme basıncı ve yağma basıncının selenoid kumandalı yön kontrol valfi ile yönlendirilmesi, basınç ayar valfi ile sürtünme ve yağma basıncının ayarlanması, bu basınç değerlerinin ayrı ayrı manometrelerden takibinin yapılması, sistemin elle ve bilgisayar kumandalı çalıştırılmasında büyük kolaylık sağlamıştır.

Sürtünme kaynak makinasının elektrik-kumanda devresinin yeniden dizayn edilip montajının yapılması, cihazın elle ve bilgisayar kumandalı çalıştırılmasına olanak sağlamıştır.

Sürtünme kaynak makinasının bilgisayar kontrollü çalışması için elektronik kontrol ünitesi ve Delphi 6 programlama dili ile bilgisayar programı hazırlanmıştır. Bu bilgisayar

programına sürtünme kaynağı parametre bilgileri girilip program çalıştırıldığı zaman programın akış şemasına göre bilgiler değerlendirir ve sinyal gerilimi olarak RS 232 portu ve kablosu aracılığı ile elektronik kontrol ünitesine gönderilir. Elektronik kontrol ünitesinin mikro denetleyici (PIC16F84) entegresinde bu veriler, PIC Basic program dilinde yazılan akış şemasına göre değerlendirilir. Elektronik kontrol ünitesi bu değerlendirmeye uygun olarak sürtünme kaynak makinasının elektrik-kumanda devresini kontrol eder ve cihazın bilgisayar kontrolü çalıştırılması sağlanmış olur.

Sürtünme kaynak makinasının bilgisayar kumandalı çalıştırılması, sürtünme ve yığma basınçlarının uygulanma sürelerinin daha hassas ve kolay ayarlanmasını sağlamıştır.

Sürtünme kaynak makinasının bilgisayar kumandalı olarak çalıştırılması, tüm devre ve sistemlerin (ana tahrik motoru, hidrolik pompa motoru, selenoid kumandalı yön kontrol valfleri, kavrama ve fren sistemi) en verimli şekilde çalışmasını sağlamıştır. Bu durum, cihazın çalışma ömrünü artırmış ve enerji tasarrufu sağlamıştır.

İmalatı yapılan bilgisayar denetimli sürtünme kaynak makinası ile SAE 4140 ile SAE 1050 çeliklerinin birleştirme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Kaynaklı numunelerin, sertlik değişimi, çekme dayanımı, makro ve mikro yapıları incelenerek uygun kaynak parametreleri tespit edilmiştir.

5. KAYNAKÇA

- [1] Özdemir, N., Orhan, N., "Yeni Tasarlanmış Bir Sürekli Tahrikli Sürtünme Kaynak Makinasının İmalatı" *Mühendis ve Makina*, Sayı: 508 Mayıs (2002), S.31-35
- [2] Şahin, M., Akata, H. E., "Joining with friction welding of plastically deformed steel", *Journal of Materials Processing Technology*, 142 (2003) 239-246
- [3] Sahin, M., "Simulation of friction welding using a developed computer program", *Journal of Materials Processing Technology*, 153-154 (2004) 1011-1018
- [4] www.teamafw.com, (American Friction Welding Inc.)
- [5] Yılmaz, M., Çöl, M., "Sürtünme Kaynaklı Alüminyum Çelik Bağlantıları" *Mühendis ve Makina*, Sayı: 488, Eylül (2000), S. 15-22
- [6] Otmanbölük, A. N., "Sürtünme Kaynağı Prosesleri Üzerine Bir Araştırma", 7nci Denizli Malzeme Sempozyumu, Denizli, Nisan (1997), S. 507-511
- [7] Dabak, S., Sürtünme Kaynak Tezgahı İmalatı SAE 8620-1040 Malzemelerin Kaynağı İle Metalik ve Metalografik İncelenmesi, Y. Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Haziran (1995)
- [8] Karacam, İ., Hidrolik ve Pnömatik, Bizim Büro Basımevi, KARABÜK, 2003, S. 16-79
- [9] Çolak, İ., Bayındır, R., Elektrik Kumanda Devreleri, Seçkin Yayıncılık San. ve Tic. A.Ş., Ankara, 2004, S. 35-77
- [10] Yağımlı, M., Akar, F., Delphi 6 Görsel Program Tasarımı, Beta Basım A. Ş., İstanbul, 2002, S. 3-35, 81-116, 154-166, 191-193, 207-210, 236, 383-387, 825, 856
- [11] Altınbaşak, O., PicBasic Pro ile PIC Programlama, Atlas Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 2002, S. 21-32, 37, 49-86, 114-120, 185-188
- [12] Şensoy, R., Ercan, Ö., Cangir, A. O., Elektronik, Koparal Basım Yayım Dağıtım, İstanbul, 2001, S. 69-70