

TÜRKİYE'DE VE DÜNYADA

OTOMASYON

Türkiye'nin Otomasyon Dergisi

MART 2011/03 Sayı: 225 Fiyatı: 6 TL



UNESCO Mekatronik Kürsüsü Profesörü

Okyay KAYNAK

"Mekatronik o kadar kapsamlı hale geldi ki artık her şey mekatronik sayılabilir"

DA Servo Sürücü ve 5 Eksenli
ROBOT KOL UYGULAMASI

WIN 2011
1. FAZ'ında
Sektör
Profesyonelleri
Biraraya Geldi

BİLESİM
YAYINCILIK A.Ş.

WIN
FAZ II

Otomasyon
EURASIA

17-20 Mart 2011 Büyükçekmece İstanbul

- 4 Editörden
- 30 WIN'11 1. Faz'ında Sektör Profesyonelleri Biraraya Geldi
- 34 WIN'11 Fuarları 2. Fazı Endüstriyel Etkinlikler Zirvesi

SÖYLEŞİ

- 44 Yıldız Teknik Üniversitesi Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği Bölümü Başkanı Doç. Dr. Haluk Görgün: "Kontrol ve otomasyon mühendisliği alanında cazibe merkezi olmak istiyoruz"
- 54 Koç Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dekanı Prof. Dr. Murat Tekalp: "Üniversite olarak bilim, teknoloji ve ürün zincirini gerçekleştirme misyonundayız"
- 70 UNESCO Mekatronik Kürsüsü Profesörü ve Boğaziçi Üniversitesi Mekatronik Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürü Prof. Dr. Okyay Kaynak: "Mekatronik, o kadar kapsamlı hale geldi ki artık her şey mekatronik"
- 76 Sabancı Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi Öğretim Üyesi Kemalettin Erbatur: "Sabancı Üniversitesi mekatronik mühendisliği programı, Türkiye'deki ilk mekatronik mühendisliği lisans programıdır"
- 86 Üniversite-Sanayi İşbirliği için Yeni Bir Merkez: FOMER

EĞİTİM

- 62 Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü (Prof. Dr. Nihat Akkuş)



PROSES KONTROL / ENSTRÜMANTASYON

- 92 Bir Kısıtlılamalı Öngörülü Kontrol Algoritmasının Endüstriyel Uyarlaması (Erkan Kaplanoğlu, Eray Yılmazlar)
- 102 Tüpraş İzmit Rafinerisinde Pistonlu Kompresörlerde Kademeli Yük Kontrolü Uygulaması (Soner Savaş)
- 114 Kapalı Ortam Sıcaklık ve Nem Değişiminin Gerçeklenmesi (Ömür Akyazı, Murat Küçükali, Adem Sefa Akpınar)

SENSÖR

- 122 Transformatörlerdeki Optik Fiberli Akustik Basınç Sensörünün Tasarımı (İrem Özen, Güneş Yılmaz, Sait Eser Karlık)

MOTOR VE SÜRÜCÜLER

- 134 SMDA Motorunun Dört Bölge Kontrolünün Bulanık Mantık ile Gerçekleştirilmesi (M. Ali Usta, H. İbrahim Okumuş)
- 144 Sürekli Mıknatıslı Senkron Motorun Hız Kontrolü Karşılaştırılması (Ömür Akyazı, Murat Küçükali, Adem Sefa Akpınar)
- 154 Sanayi Tipi Santrifüj Pompalarda Enerji Verimliliği (K. Süleyman Yiğit, Dr. Durmuş Kaya, Alptekin Yağmur, A. Salih Eren)
- 166 Yüzey Mıknatıslı Doğru Akım Motor Tasarımı (Tayfun Gündoğdu, Güven Kömürgöz)

HAREKET KONTROL

- 174 Yerli İmkanlar ile Geliştirilen DA Servo Sürücü ve 5 Eksenli Robot Kol Uygulaması "3A ROBOT"
- 182 PLC - Mikro Denetleyici - Robot Sistemlerin Bileşimi "XOX Oynayan Endüstriyel Robot"
- 186 Endüstriyel Robotların Sınıflandırılması ve Küresel Koordinat Sistemine Göre Robot Tasarımı (İsmail Temiz, Yalçın Kanat)



KONTROLÖRLER

- 192** Mikrokontrolör Uygulamalarında İvme Ölçer ile Açık Ölçümü
(Prof. Dr. Doğan İbrahim)
- 200** Sanayi Tipi Santrifüj Pompalarda Enerji Verimliliği
(K. Süleyman Yiğit, Dr. Durmuş Kaya, Alptekin Yağmur, A. Salih Eren)
- 208** Prototip Çift Motorlu Helikopter Modeli Üzerinde Kesir Dereceli PID ($PI^{\lambda}D^{\mu}$) Kontrolör Uygulaması
(Celalettin Yeroğlu, Nusret Tan)
- 220** 1930'lu Yılların Teknolojisine Sahip Bir Model Tren Kurgusunun Bilgisayar ile Otomasyonu
(Mehmet Utkan, Haydar Bayar, Barış Doğan)

HMI/SCADA

- 230** PLC Kontrollü Bir Asansörün SCADA ile Konum ve Arıza Takibi
(Müh. Yasin Altun, Yrd. Doç. Dr. Osman Bilgin)

TEST/ÖLÇÜ

- 240** Yazılım Tabanlı Enstrümantasyon Tekniği: Avantajları ve Uygulaması
(Murat Çeven, H. Ercüment Zorlu, Hasan Dinçer)
- 248** Elektronik Tansiyon Ölçüm Sistemi
(Ali Can Karaca, Mehmet Yakut)

ENERJİ OTOMASYONU

- 256** Akıllı Dağıtım Otomasyonu Sistemi
(Cem Şahin, Abdullah Nadar)
- 268** Tüpraş Rafinerilerinde Enerji Sistemlerini İzleme ve Optimizasyonu (ProSteam) Projesi
(Mehmet Alkan)

- 274** Metropolitan Raylı Sistemlerde Enerji Yönetimi
(Beyhan Kılıç, Selçuk Tuna, Bünyamin Yağcıtekin)

HİDROLİK/PNÖMATİK

- 284** Pnömatik Sistem Uygulamaları
(Ömür Akyazı, Kemal Aktaş)

GÜÇ ELEKTRONİĞİ

- 290** Mikrodenetleyici Tabanlı Fındık Taşıma Bandı Tasarımı ve Uygulaması
(Sertaç Bayhan, İlhan Garip, Mahmut Beşirli)
- 298** Genel Amaçlı Tristör Sürücü Eğitim Setinin Tasarımı ve Uygulaması
(Metin Kesler, Murat Karabacak, Engin Özdemir)
- 306** Enerji Depolama Uygulamalarında Ultrakondansatörlerin Yeri ve Kullanımı
(Yük. Müh. Hasan Hüseyin Eroğlu, Doç. Dr. Ahmet M. Hava)

UYGULAMA

- 314** PIC Tabanlı RS485 Ölçme ve Kontrol Sisteminin Tasarımı ve Uygulaması
(Seyit Ahmet İnan)

TASARIM

- 326** Sıvı Boru Hattı Sistemlerinde Zamana Bağlı Akış Simülasyonu için Kolay Kullanımlı Bir Yazılım
(Gençer Koç, O. Cahit Eralp)

PANEL

- 336** Otomasyon ve Makinatek Sponsorluğunda "Makine Otomasyonunda Yeni Trendler Paneli" Gerçekleşti
- 356** Haberler
- 368** Reklam İndeksi



Yerli İmkanlar ile Geliştirilen DA Servo Sürücü ve 5 Eksenli Robot Kol Uygulaması “3A ROBOT”

3A Robot ve Otomasyon Proje Grubu
www.robotteknolojileri.com

Metin Usan
mu.metinusan@gmail.com

M. İlter Özmen
m.ilterozmen@gmail.com

Altay Arbak
altay956@gmail.com
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi
Makine Mühendisliği Bölümü

Yapılan bu çalışma, 5 eksenli sahip bir robot kolun tamamen yerli kaynaklar kullanılarak elektronik, mekanik ve yazılım bölümlerinin geliştirildiği lisans bitirme tezidir. Yapılan araştırmalar sonucunda prototipin hızlı bir şekilde üretilmesi ve kalıp, fiyestür gibi ek maliyetler oluşturmaması için robot kolun gövde kısmının sac metal şekillendirme prosesleri ile üretilmesine karar verilmiştir.

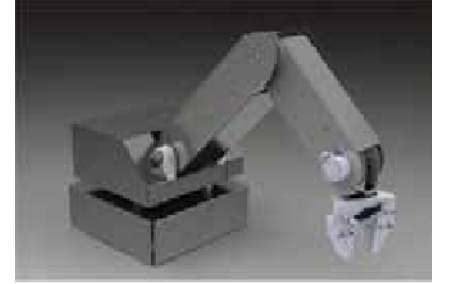
Özet

Bu çalışmanın amacı yerli kaynaklarla üretilebilen, kabul edilebilir hata sınırları içerisinde çalışacak bir robotun hayata geçirilmesi ve bunu yaparken de maliyetin en az düzeyde tutulmasıdır. Bunu gerçekleştirebilmek için proje maliyetinin yüzde büyük bir kısmını oluşturan servo sürücüler yerli kaynaklar kullanılarak üretilmiştir. Bir eksenli ait servo sistem kalıcı mıknatıslı doğru akım motoru, bu motora ait konum algılayıcı ve elektronik kontrol ünitesinden oluşmaktadır. Endüstriyel uygulamalarda genellikle yüksek güç ihtiyacından dolayı üç fazlı alternatif akım motorları ve sürücüleri tercih edilmektedir. Fakat bu uygulamada kontrol kolaylığı ve maliyet açısından doğru akım motoru kullanılmıştır. Doğru akım motorunu kontrol etmek için mikro denetleyici tabanlı bir kontrol ünitesi ve buna bağlı olarak anahtarlama elemanı metal oksit yarı iletken alan etkili tranzistör (mosfet) olan H köprüsü gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamada mosfet kullanılması ana nedeni mosfetin iletme ve kesime girme kolaylığı, ayrıca çalışma frekansının da yüksek olmasıdır.

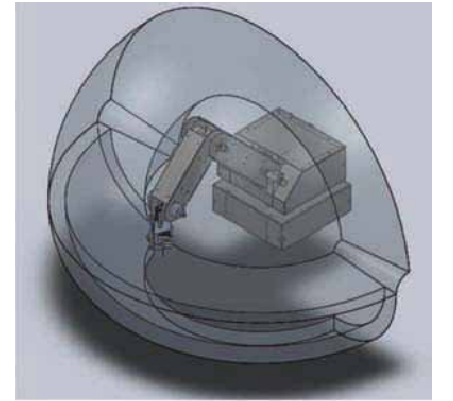
1. Giriş

Gün geçtikçe robotların üretimdeki payının artması ve buna paralel olarak Türkiye’deki ihtiyacın da artması robot teknolojisini geliştirmeyi zorunlu kılmaktadır. Dünyada ortak olarak geliştirilen robot teknolojisine Türkiye’nin

de gerekli atılımı yapması gerekmektedir. Ancak bunu yaparken de yurt dışından teknoloji ithal etmekten ziyade kendi kaynaklarımızı ve iş gücümüzü kullanarak geliştirme faaliyetlerinde bulunmamız gerekmektedir. Yapılan bu çalışma kendi teknolojimizi üretme adına atılan bir adım niteliği taşımaktadır.



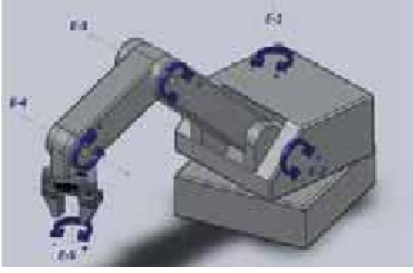
Resim 1: Kavramsal tasarım sonucunda seçilen tasarım.



Resim 2: Robot kol çalışma uzayı.



Resim 3: Robot kolun son hali



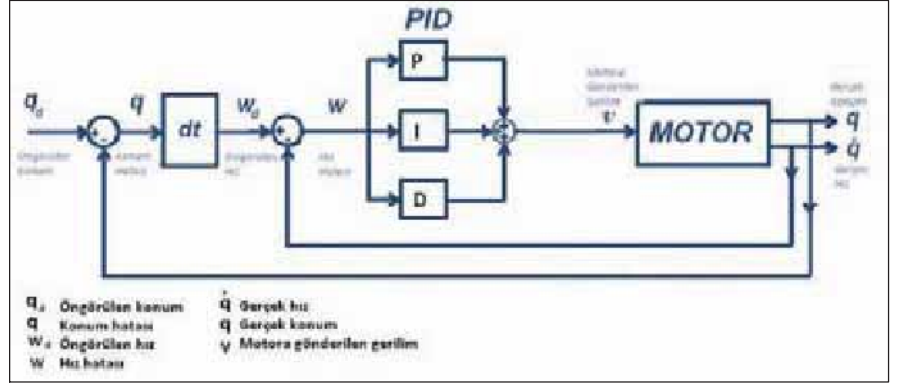
Resim 4: Robot kola ait eksenlerin gösterildiği resim.

Çalışmanın başlangıcında 10 mm hata ile robot çalışma uzayında (Resim 2) istenilen noktaya ulaşabilecek ve 400 g kapasiteli bir robot kol üretmek hedeflenmiştir. Bu doğrultuda yük kapasitesinin istenilen değerde olması için gövdede alüminyum sac metal kullanılmıştır. Ayrıca motor tercihi de bu etken göz önünde bulundurulmuş ve ilk üç eksen için maksimum 140 kg cm torka sahip doğru akım motorlarının kullanmasına karar verilmiştir. Ayrıca motorların uç kısmında tümleşik olarak sonsuz vida ve dişli mekanizması bulunmaktadır. Bu mekanizma yeterli torku oluşturabilmesinin yanı sıra motorun enerjisi kesildiğinde tersinir olarak dönmeye izin vermediğinden dolayı robotun frenleme ihtiyacını da ortadan kaldırmış olmaktadır.

Aksi takdirde robotun kendi konumunu koruyabilmesi ve dışarıdan gelebilecek kuvvetlere karşı direnç gösterebilmesi için mekanik bir fren kullanılması gerekecektir. Kullanılan doğru akım motorlarına eklenen konum algılayıcılar ile geri besleme mekanizması oluşturulmuştur.



Resim 5: Robot kol sürücü ünitesi



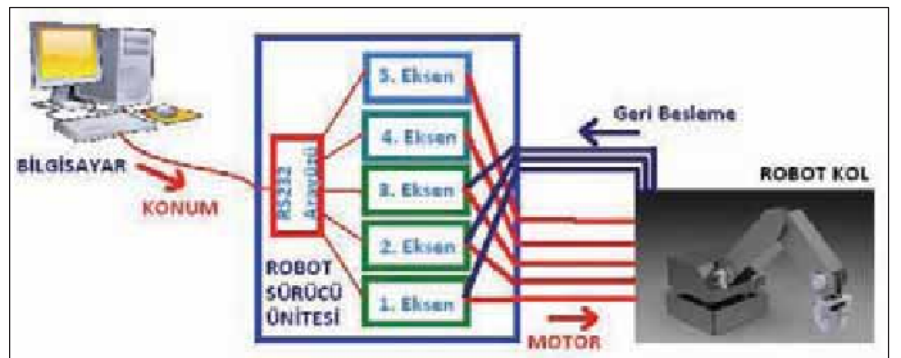
Şekil 1: Çalışmada adı geçen DC Servo sürücü denetleyicisinde kullanılan blok yapısı.

Her bir motor için ayrı tasarlanan motor sürücüler ana devreden gelen komutlar doğrultusunda ilgili oldukları motorları hareket ettirmektedir. Robot kontrolü için hazırlanan bilgisayar yazılımında ise ters kinematik hesaplamalar ve kullanıcı arayüzü hazırlanmıştır. Ayrıca tüm eksenlerin senkronize biçimde çalıştırılabilmesi için motor sürücülere gönderilen komutların düzenlenmesi de robot kontrol yazılımı tarafından gerçekleştirilmektedir.

2. Mekanik Tasarım ve İmalatı

Kontrol sürücüsü mekanik yapı dışında olacak şekilde tasarlanan robot kol (Resim 1), 5 eksen ve en uçta bulunan tutucudan meydana gelmektedir. Robot kol genel olarak alüminyum sac metalin şekillendirilmesiyle oluşturulsa da gerilmelerin yoğun olduğu bölgelerde (ilk üç eksenin motorlarının bağlantı edildiği noktalarda) çelik sac metalden de faydalanılmıştır. Robot kolun ilk üç

eksenine ait motorlar, ağırlıklarının moment oluşturmayaacağı noktalarda toplanmıştır. Bu sebepten ötürü resim 4'te eksenleri gösterilen mekanik yapının 1. eksenine ait motor alttaki sabit bölmeye, 2. ve 3. eksenine ait motorlar ise sabit bölme üzerindeki dönebilen bölmeye konmuştur. İlk üç eksenin hareketi ise kayış kasnak mekanizması ile uç noktaya iletilmektedir. 4. ve 5. eksen için tercih edilen motorlar ilk üç eksen de kullanılan motorlara göre çok daha hafif olduğundan eksenlere monte edilmesi uygun görülmüştür. Robot kol uç noktasında malzemesi plastik olan tutucu kullanılmıştır. Bu tutucu üzerinde bulunan iki adet hobi servo motor ise 5. eksenin hareketini ve tutucunun açılıp kapanabilmesini sağlamaktadır. Ayrıca robot kol mekanik yapı itibarı ile tutucu yerine farklı fikstürler kullanılabilmesine imkan tanımaktadır. Robot kolun mekanik yapısı, tutucunun pnömatik olması istendiği



Şekil 2: Robot kol sisteminin çalışma prensibini gösteren işleyiş şeması.



Resim 6: Yapmış olduğumuz sisteme ait görüntü. Soldan sağa doğru Robot Kol, yönetici bilgisayar ve el kumandası, sürücü ünitesi.

durumlar göz önüne alınarak, hava hortumlarının robotun içerisinden geçirilebilecek şekilde tasarlanmıştır. (Resim 3)

3. Elektronik Tasarım ve Robot Sürücü Ünitesi

Mekanik tasarımda kullanılması uygun görülen motorlar çalıştırılabilmesi ve kontrol edilebilmesi için sırayla; uygun güç kaynakları seçilmiş, kontrol devreleri ve motor sürücüleri tasarlanmıştır. Robot üzerinde elektrik harcayan tüm

ekipmanları göz önünde bulundurulduğunda 24 Volt, 13 Amper ve 5 Volt, 3 Amper olacak şekilde iki adet anahtarlama güç kaynağı kullanılmasına karar verilmiştir. Motorların kontrolü için hazırlanan motor sürücü ve mikrodenetleyici devre kartlarını da göz önüne aldığımızda elektronik sürücü ünitesinde ilk üç eksen için 24VDC servo sürücü devresi, 4. Eksen için kullanılan step motor sürücü devresi ve 5. eksen ile tutucu için kullanılan hobi servo sürücü devrelerinden oluşmaktadır.

Sürücü Ünitesinin Bileşenleri

1) Servo sürücü kontrol kartı ve

güç katı: Robot kola ait ilk 3 ekseninde bulunan DA Motorlarını kontrol eden devre kartlarıdır. Bu iki devre kartı servo sürücünün kontrol ve güç katının bulunduğu devre kartlarıdır.

2) *Step motor sürücü devresi:* Robot kol 4. ekseninde kullanılan step motoru kontrol etmek için geliştirilen devre kartıdır.

3) *Hobi servo motor sürücü devresi:* Robot kol 5. ekseninde ve tutucuda bulunan hobi servo motorları kontrol etmek için tasarlanan kontrol kartıdır.

4) *RS232 Arayüzü:* Robot sürücü ünitesinin bilgisayardan gelen verileri seri iletişim yoluyla alarak yukarıda tanıtilen devre kartlarına iletildiği arayüz devresidir.

Robot sürücü ünitesi, RS232 seri iletişim protokolüne göre, PC ile iletişim kurabilecek özelliğe sahiptir. Sürücü ünitesindeki her bir sürücünün seri iletişim girişi tek bir kanalda toplanmıştır. Bilgisayardan gelen konum bilgileri tek bir kanal üzerinden gelmekte, tüm sürücüler tarafından okunmakta ama sadece ilgili sürücüye ait bilgi o sürücü tarafından kabul edilerek işlem yapılmaktadır. Bu işlem ise sürücülerde bulunan adres tanımlama girişleri ile gerçekleştirilmektedir. Motor sürücülerde PID kontrol uygulanarak hız ve konum kontrolü Şekil



Resim 7: Robot kol standart tutucu



1'deki blok diyagramına göre yapılmaktadır.

4. Robot Kol PC Yazılımı

Sistemi oluşturan bilgisayar yazılımının sistemdeki görevi, ters kinematik hesaplamaları yapmak ve motorlara ait hız profillerini çıkartarak RS232 ile sürücü ünitesine ilgili verileri göndererek kullanıcı ile robot arasında görsel iletişimi sağlamaktır.

Yazılım konusunda endüstriyel robot kollarındaki kontrol programları incelenerek benzer bir çalışma ortaya konmuştur. Buna göre hazırlanan kontrol programı robot kolu taban koordinatına göre kontrol ve eksenlerin kontrolü olarak iki farklı biçimde kontrol etmemize olanak tanımaktadır. Taban koordinatına göre harekette, robotun taban merkezi referans alınarak uç noktanın belirtilen koordinata gitmesi istenildiği takdirde ters kinematik hesaplamalar sonucunda eksenlerin olması gereken konumlar sürücüyeye gönderilmekte ve robot konumlanmaktadır. Ayrıca robot kol her

Destek Veren Kurumlar

- Altınay Robot Teknolojileri A.Ş.
- Elimpa Elektromekanik Parça İmalatı San. Ltd. Şti
- Uzman CNC Makine Metal San. Ltd.Şti.

Destek Veren Kişiler

- Ahmet Tosun
- Evren Kendi
- Metin Sakin
- Tamer Toprak
- Erol Uzal
- Mehmet Onur Gülbahçe
- Şule Kapkın
- Taner İncirci

bir eksenin ayrı ayrı kontrol edilebildiği bir bölümü de içermektedir. Eksenlerin ayrı ayrı kontrol edildiği bu bölüm el kumandası yardımı ile de dışarıdan yapılabilir. Program içerisinde robot kol üzerinde standart olarak bulunan tutucu (Resim 7) dışında bir fikstür kullanılması durumunda, ters kinematik hesaplamaların doğru yapılmasını sağlayan, yeni fikstürün fiziksel özelliklerinin programa tanıtıldığı, bölüm de mevcut olarak bulunmaktadır.

5. Sonuç

Bu çalışma sonucunda tüm teknolojisi yerli imkanlar kullanılarak geliştirilen ve bu sayede yerli

teknolojiyi geliştirme imkanının bulunduğu bir robot kol uygulama çalışması ortaya çıkmıştır. Ayrıca bu çalışmada Türkiye'de üretimi olmayan servo sürücülerin yapılabilirliği ortaya konmuştur.

DA servo sürücü için atılan bu adım ilk niteliği taşımakta olup ilgili yatırımcılardan destek bulmamız koşulunda çalışabileceğimiz ve ürünü geliştirebileceğimiz bir konu özelliğini taşımaktadır.

Bu projeyi hayata geçirebilmemizde bizlere destek olan aşağıdaki kişi ve kurumlara sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

6. Kaynakça

- 1- Srinivasan Alavandar and M.J. Nigam, "Inverse Kinematics Solution of 3DOF Planar Robot using ANFIS", Int. J. of Computers, Communications & Control, ISSN 1841-9836, E-ISSN 1841-9844 Vol. III (2008), Suppl. issue: Proceedings of ICCCC 2008, pp. 150-155
- 2- Rafael Kelly and Javier Moreno, "Learning PID Structures in an Introductory Course of Automatic Control", IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, VOL. 44, NO. 4, NOVEMBER 2001
- 3- Austin Hughes, "Elektrik Motors and Drives", Third Edition.
- 4- Thomas Braunl, "Embedded Robotics", Second Edition.
- 5- Gordon Mc Comb and Myke Preoko, "Robot Builder's Bonanza." Third Edition.
- 6- Riazollah Firoozian, " Servo Motors and Industrial Control Theory.", Mechanical Engineering Series.
- 7- Michael F. Ashby, "Material Selection in Mechanical Design.", Third Edition

