

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Enfor. Elekt. Dev. Say. Aya.
Ase. Mot. kul.

Yüksek Lisans Tezi

Mithat Seçilmiş

1992

R
2/224

210.

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENFORMASYON ELEKTRONİĞİNİN DEVİR SAYISI AYARLANABİLEN
ASENKRON MOTORLARDA KULLANIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

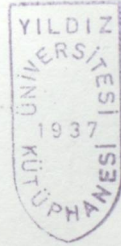
Elk.Müh. Mithat SEÇİLMİŞ

İstanbul — 1992

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
D.B. No. 49924

ENFORMASYON ELEKTRONİĞİNİN DEVİR SAYISI
AYARLANABİLEN ASENKRON MOTORLARDA
KULLANIMI



YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELK.MÜH. MİTHAT SEÇİLMİŞ

TEZ DANIŞMANI: PROF.DR. ÇELİK AKTAŞ

İSTANBUL
OCAK 1992

Bu tezimin hazırlanmasında yardımlarını esir-
gemiyen sayın hocam Prof.Dr. Atıf URAL 'a ve tez danış-
manım sayın hocam Prof.Dr. Çelik AKTAŞ 'a teşekkürü bir
borç bilirim.

TEŞEKKÜR

Benden bu tezimin hazırlanmasında yardımlarını esir-
gemiyen sayın hocam Prof.Dr. Atıf URAL 'a ve tez danış-
manım sayın hocam Prof.Dr. Çelik AKTAŞ 'a teşekkürü bir
borç bilirim.

Saygılarımla

ÖZET

Devir sayısı ayarlanabilen elektrikli tahrik sistemleri günümüzde sanayinin tüm dallarında büyük bir başarıyla kullanılmaktadır.

Rekabet edebilmek için üretimin artırılması şarttır. Bu da ancak verimi artırarak sağlanabilir. Bu nedenle devir sayısı ayarlanabilen tahrik sistemlerinin önemleri artmıştır.

Tahrik ve kontrol teknolojisindeki gelişmelerin temelini sistematik araştırmalar ve dünya çapında yıllardan beri elde edilen tecrübeler oluşturmaktadır.

Geçtiğimiz yıllarda güç ve enformasyon elektroniğinde geliştirilen yeni yapı elemanları, tahrik teknolojisinin tüm alanlarında gelişmeyi hızlandırmıştır.

Modern güç yarı iletkenlerinin ve mikro işlemciler teknolojisinin, tüm avantajlarıyla kullanılması, ürün ve sistemlerde geleceğe yönelik olan yeni gelişmeler sağlamıştır. Bu da uygulamalarda büyük kullanım kolaylıkları sağlamaktadır.

Hızlı ayarlamalar, hesaplamalar ve kontrol için geliştirilen bir multi - mikro computer kontrol sistemi, serbestce projelendirilmektedir. Ayrıca bu kontrol sistemi karmaşık tahrik görevlerini de yerine getirebilmektedir.

Tezimde enformasyon elektroniğinin tahrik kontrol sistemlerinde kullanılması ve tahrik sistemlerine uygulanması hakkında bilgi verilmiştir.

Zusammenfassung

Sayfa

Drehzahlveraenderbare Elektroantriebe werden heute in allen Bereichen der industrie mit grossem Erfolg eingesetzt.

Durch die zur Erhaltung der Wettbewerbsfaehigkeit notwendige Rationalisierung - mit dem Ziel der Produktionssteigerung - gewinnen Drehzahlveraenderbare Antriebe noch grössere Bedeutung.

Systematische Forschung sowie langjaehrige und weltweite Erfahrung sind die Basis für eine staendige Weiterentwicklung der Antriebs- und Regelungstechnik. Neue Bauelemente der Leistungs- und Informationselektronik lösten in den letzten Jahren auf der ganzen Breite der Antriebstechnik einen Entwicklungsschub aus.

in meiner These habe ich die Anwendung der Informationselektronik in der Antriebstechnik behandelt und darüber Auskunft gegeben wie man sie anwenden kann.

1.1	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.1.4	1.1.5	1.1.6	1.1.7	1.1.8	1.1.9	1.1.10	1.1.11	1.1.12	1.1.13	1.1.14	1.1.15	1.1.16	1.1.17	1.1.18	1.1.19	1.1.20	1.1.21	1.1.22	1.1.23	1.1.24	1.1.25	1.1.26	1.1.27	1.1.28	1.1.29	1.1.30	1.1.31	1.1.32	1.1.33	1.1.34	1.1.35	1.1.36	1.1.37	1.1.38	1.1.39	1.1.40	1.1.41	1.1.42	1.1.43	1.1.44	1.1.45	1.1.46	1.1.47	1.1.48	1.1.49	1.1.50	1.1.51	1.1.52	1.1.53	1.1.54	1.1.55	1.1.56	1.1.57	1.1.58	1.1.59	1.1.60	1.1.61	1.1.62	1.1.63	1.1.64	1.1.65	1.1.66	1.1.67	1.1.68	1.1.69	1.1.70	1.1.71	1.1.72	1.1.73	1.1.74	1.1.75	1.1.76	1.1.77	1.1.78	1.1.79	1.1.80	1.1.81	1.1.82	1.1.83	1.1.84	1.1.85	1.1.86	1.1.87	1.1.88	1.1.89	1.1.90	1.1.91	1.1.92	1.1.93	1.1.94	1.1.95	1.1.96	1.1.97	1.1.98	1.1.99	1.1.100
-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

İÇİNDEKİLER

Sayfa

1.	Enformasyon elektronığının devir sayısı ayarlanabilen tahrik sistemlerinde kullanımı.....	1
1.1	Analog kontrol teknolojisi.....	1
1.2	Dijital kontrol elektronığı.....	1
1.3	Kontrol elektronığı - hardware.....	2
1.4	Software.....	3
1.5	Dijital teknolojisi yeni özelliklere imkan sağlamaktadır.....	4
1.6	Tahrik sistemleri için dijital kontrol elemanları.....	5
1.7	Hardware - modülerlik.....	7
1.8	Software projelendirmesi.....	12
1.9	Teshis ve software özellikleri.....	13
1.10	Dinamik ve aşırı üstünlükler.....	17
1.11	Dijital tahrik teknolojisinin kullanıcıya olan yararları.....	18
2	Tahrik tekniğinde kullanılan güç yarı iletkenler.....	22
2.1	Devir sayısı ayarlanan tahrik sistemlerinde devreye bağlanan doğrultucuların prensipleri.....	22
2.2	Kontrollü güç yarı iletkenlerin tipik çalışma özellikleri ve kriterleri.....	22
2.3	Kontrol edilen yarı iletkenler ailesi.....	25
2.4	Gerilim kumandalı şalter.....	25
2.5	Alan etkili tranzistör.....	26
2.6	İnjektör FET (IGBT).....	29

İÇİNDEKİLER

Sayfa

2.7	Tümleştirilmiş bipolar - Mos yapıları.....	31
2.8	Temel devre kombinasyonları.....	32
2.9	Akım kontrollü elemanlar.....	33
2.10	Bipolar tranzistör.....	33
2.11	Tristör.....	37
2.12	Kesime sokulabilen tristör (GTO).....	41
2.13	Diyodlar.....	43
3	Devir sayısı ayarlanabilen tahrik sistemleri için üç fazlı alternatif akım motorları.....	44
3.1	Sincap kafesli üç fazlı asenkron motor.....	45
3.2	Üç fazlı bilezikli asenkron motor.....	48
4	Senkron altı doğrultucu kaskad bağlama.....	51
4.1	Çalışma şekli.....	52
4.2	Boyutlandırma talimatları.....	54
4.3	Ayarlama ve kontrol.....	55
4.4	Senkron altı doğrultucu kaskad bağlantılarının özel tasarımları.....	56
4.5	Inverterin yapısı.....	60
5	Şeker santrifüjörleri için devir sayısı ayarlanabilen üç fazlı tahrik sistemleri.....	62
5.1	Motorlar.....	64
5.2	Akım ara devreli inverter.....	64

İÇİNDEKİLER

Sayfa

5.3	Kontrol.....	66
6	Tamamen dijital tahrik kontrol sistemi.....	67
6.1	Uygulama alanları.....	67
6.2	Güç karakteristikleri.....	68
6.3	İşletim sistemi.....	69
6.4	İşlemci modülleri.....	70
6.5	Hafızalı modüller.....	71
6.6	Giriş ve çıkış modülleri.....	71
6.7	Haberleşme modülleri.....	72
6.8	Interface sub modülleri.....	72
6.9	Mekanik iç yapı.....	73
6.10	Takma modülleri.....	73
6.11	Bağlantı teknolojisi.....	73
7	Vinçlerde A.C. tahrik sistemleri.....	75
7.1	Hedef belirleme ve tesisin açıl- lanması.....	76
7.2	Kepçeli vinç.....	77
7.3	Kontrol kabini.....	80
7.4	Tahrik sistemleri.....	81
7.5	Durma ve kapama düzeni.....	83
7.6	Araba hareket düzeni.....	83
7.7	Vinç hareket düzeni.....	83
7.8	Kat edilen yolun olan değerinin belirlenmesi.....	83
7.9	Boşaltma çalışması.....	85
7.10	Kullanma ve monitörleme.....	87

1. DEVİR SAYISI AYARLANABİLEN TAHİRİK ELEMANLARI İÇİN ENFORMASYON ELEKTRONİĞİNİN KULLANIMI

1.1 Analog Kontrol Teknolojisi:

Tahrik tekniğinde analog kontrol teknolojisi yüksek bir seviyeye ulaşmıştır. Analog kontrol teknolojisinin dinamik özellikleri çok iyidir. Fakat her bir fonksiyon kendine özgü bir devreyi gerektirmektedir. Bu nedenle kontrol sistemlerinde çok çeşitli yapı gruplarına ihtiyaç duyulmaktadır. Değişen ihtiyaçlarla birlikte sürekli olarak yeni yapı gruplarının kombinasyonları ortaya çıkmaktadır. Bu yapı grubu kombinasyonların değiştirilmiş kablo bağlantılarıyla yeniden planlanması zorunlu hale gelmektedir. Modüler paket kontrol sistemi teknolojisi sayesinde devrelerin standartlaştırılması geniş ölçüde sağlanmaktadır. Fakat yine de tahrik tekniğinde analog sistemler çok sayıda farklı yapı gruplarının oluşmasına yol açmaktadır. SMD yapı parçalarına sahip olan hibrid devre elemanlarının kullanılması sayesinde analog devrelerin yer gereksinimini bir kez daha azaltmak başarılmıştır.

Analog devreler kararlı çalışmaktadır, fakat sapmasız değildirler, sadece şartlı tekrar üretilir, ayarlanabilir ve statik hassasiyet itibarıyla yaklaşık 1 - 5 % ile sınırlı kalmaktadırlar.

1.2 Dijital Kontrol Elektronik

Prensipde dijital kontrol elektronik düzenler kararsız çalışmaktadırlar. Bu da dijital kontrol elektronikli düzenlerin periyodik yoklama aralıklarında çalıştıkları anlamını taşımaktadır. Bunun yanında dijital kontrol elektronikli düzenler çok

yüksek statik hassasiyete ve tekrar üretilebilirliğe sahiptirler. Ayrıca dijital kontrol devreleri zaman geçtikçe daha güçlü ve daha ucuz yapı elemanlarıyla gerçekleştirilmektedirler. Düşük güvenilirliğe sahip olan potansiyometre, kondensatör, kuvvetlendirici gibi yapı elemanlarına olan gereksinim azdır.

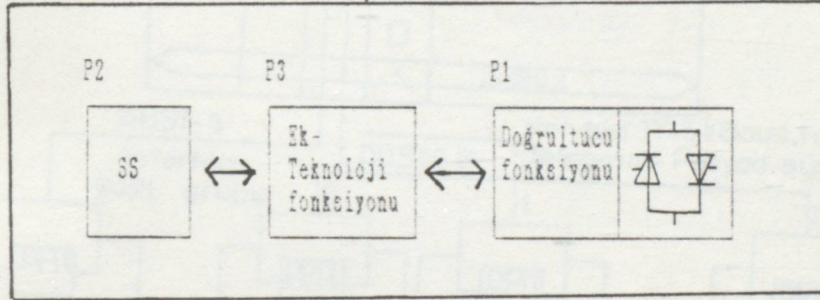
Burada Hardware - yapı gruplarının çok çeşitliliği az kalabilmektedir. Çünkü esneklik Software ile sağlanmaktadır. Dijital kontrol sistemlerinde yapı gruplarının kombinasyonlarının bağlantıları standartlaştırılmış paralel Bus' lar üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bir devrenin giriş ve çıkışlarının sayısı analog kontrol teknolojisine göre önemli derecede az olabilmektedir. Çünkü giriş ve çıkışların fonksiyonları Software sayesinde değişken olmaktadır ve Hardware devresi tarafından belirlenmemektedir. Ayrıca burada kullanım, ayarlama, parametreleme ve ölçümler değişken fonksiyonlu seriel bağlantı interface 'leri üzerinden gerçekleştirilmektedir.

1.3 Kontrol Elektronik - Hardware

Kontrol elektronik yada Hardware, devir sayısı ayarlanabilen tahrik elemanlarında çoğu hallerde bir yada birkaç standart mikro işlemciden oluşmaktadır. Bunun yanında kontrol pulslarının ve koruma sinyallerin oluşturulması için özel bir Hardware de bulunmaktadır. Çünkü bu kontrol pulslarının veya koruma sinyallerinin mikro işlemcinin içinde yeterince hassasiyetle ve hızlı oluşturulması mümkün değildir. Bu devre kısmının müşteri - IC' si yani entegre devresi olarak gerçekleştirilmesi de mümkündür. Diğer bir Hardware kısmında giriş ve çıkışlar için eklenmektedir. Bu hardware

kısımında analog, biner ve devir sayısı tesbitinin puls sayımı için giriş ve çıkışlar bulunmaktadır. Bu tür fonksiyonlar Semi - Custom devrelerinde birleştirilebilmektedir. Bununla birlikte elekt-roniğin belirli görevler için özelleştirilmesi önlenemez. Fakat burada analog teknolojisine karşın burada çok çeşitlilik küçük ölçülerde tutulabilmektedir. Analog teknolojisine karşın burada mukayese edilebilir fonksiyonların devre kapsamları büyük ölçüde tümleşik halde olmaktadır. Bu eğilim müşteri devrelerinin kullanılmasıyla zaman geçtikçe dahada artmaktadır.

Şekil 1.1 : Cihaz genişletme yapı şeması



Tek çipli işlemciler P1, P2, P3

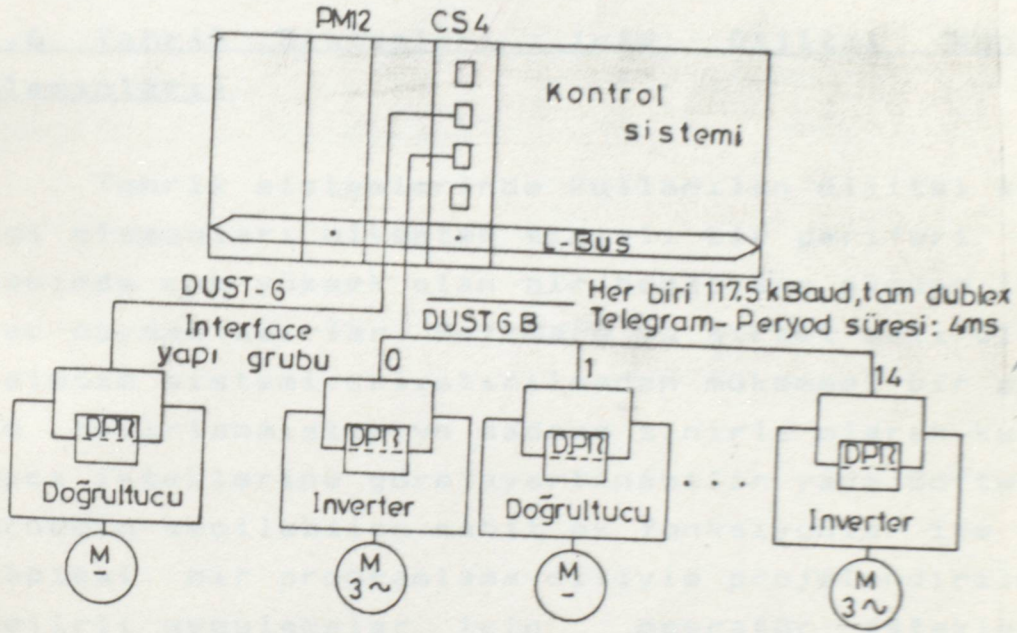
Giris / çıkış interface'leri önceden verilmiştir.

interface - fonksiyonları ve software parametrelenebilir

1.4 SOFTWARE

Software yani yazılımın görevi fonksiyonların düzenlenmesidir. Softwarinin hazırlanması büyük ölçüde sistemli bir çalışmayı gerektirmektedir. Duruma göre kalmış olan hataları programları denemek için çalıştırarak ortadan kaldırmak zorunlu olmaktadır. Bu esnada parasal bakımdan hangi harcamanın mümkün ve hangi harcamanın gerekli olduğu

kontrol edilmelidir. Fakat burada, kontrol edilebilirlik, değiştirebilme imkanı ve yapısallaşmanın ihmal edilmesi mümkündür. Software ya sabit şirketmalı olarak belirlenmiş ve denenmiş fonksiyonlar için arz edilmelidir, yada modüler olarak projelendirme sayesinde fonksiyon yapı elemanlarından birleştirilerek oluşturulmalıdır. Operatör için Software mevcut bulunmalıdır, fakat hardware fonksiyonları içinde gizli kalmalıdır ve servis amaçları için önemli ölçüde farkedilmez olmalıdır.



Şekil 1.2: Tahrik cihazları ve kontrol sistemi arasında noktadan noktaya hızlı interfacerler

1.5 Dijital Teknolojisi Yeni Özelliklere İmkan Sağlamaktadır

Hatanın kendiliğinden farkedilmesi, tahrik elemanına yakın kontrol elemanları sayesinde kontrol fonksiyonunun genişletilmesi, iç ve dış ele-

manların denetlenmesi, tümleştirilmiş bir ihbar sistemi ve üst dereceli otomasyon sistemine seriel interface'ler üzerinden bağlanabilme imkanı tamamen dijital olan tahrik tertibatlarını ekonomik bakımdan yeterli kılmaktadır. Ayrıca bu nedenle tamamen dijital tahrik tertibatları birimsel otomasyon imkanına sahip fonksiyon adalarına dönüştürülmektedir. Bu sayede geniş kapsamlı tesisler bile çalışma emniyetli ve kolayca gözlenebilir olmaktadır.

1.6 Tahrik Sistemleri için Dijital Kontrol Elemanları:

Tahrik sistemlerinde kullanılan dijital kontrol elemanları nisbeten sınırlı bir periferi kapsamında çok yüksek olan bir hesaplama gücüne ihtiyaç duymaktadırlar. Software ya şirket malı olarak işletim sistemi çalıştırılmadan mükemmel bir şekilde hazırlanmıştır ve sadece sınırlı olarak kullanıcı isteklerine göre ayarlanabilir yada Software örneğin seçilebilen sabit ek fonksiyonlar ile veya yapısal bir programlama diliyle projelendirilerek belirli uygulamalar için operatör isteklerine göre ayarlanabilmektedir. Bunun için uyumlaştırılmış bir işletim sistemi, özel bir servis programı ve zaten bahsedilmiş olan özel doğrultucu yakını hardware desteğine ihtiyaç duyulmaktadır. Sadece özelleştirilmiş bir kontrol sistemi sayesinde bu tür hızlı görevlerin gerçekleştirilmesi mümkündür.

Tabii ki dijital tahrik elektronığı ilk önce doğrultucu teknolojisinin şartlarını ve tahrik elemanlarının kontrol, ayarlama şartlarını sağlamak zorundadır. Doğrultucu ve inverter cihazları dijital kontrol elemanları sayesinde parametrele-

nebilen şirket programlarıyla birlikte elverişli kullanım ve bakım interface özelliklerine sahiptirler. Bunlar tek tip paralel interface aracılığıyla seriel interface yapı grubuyla genişletilebilmektedir. Bunun yanında zaten doğrultucu cihazları hardware ek cihazlarıyla kendine ait bir mikro işlemciyi bulundurarak veya bulundurmada aynı interface'i kullanmak suretiyle teknik standart fonksiyonlarla genişletilmekteydi.

Bu önemli fonksiyon genişletilmesi aynı şekilde elverişli biçimde adım adım dijital ayarlamaya sahip tüm doğrultucu cihazlarına uygulanmaktadır. Tarif edilen cihaz genişletilmesinin yapısını şekil 1.1 göstermektedir. Seriel interface yapı grubu programlanabilir otomasyon sistemine seriel bus üzerinden bağlama imkanını sağlamaktadır. Bu interface ekinde teknik bakımdan çabuk bağlamalar için ayrıca RS 485 interface'i ile kontrol sistemine noktadan noktaya bağlantı gerçekleştirilmektedir. Daha düşük dinamik şartları sağlamak için bu interface çok ekonomik bir şekilde bus olarak da çalıştırılabilir. Bu sayede şekil 1.2'de gösterilmiş olan interface yapılarının gerçekleştirilmesi mümkündür.

Tamamen dijital olan kontrol sistemi enerji teknolojisi için hızlı ayarlama, hesaplama, kontrol ve denetleme fonksiyonlarını modüler bir software ve hardwareyle gerçekleştirmektedir. Bu kontrol sistemi çok güçlü bir hesaplama gücüne sahiptir ve çabuk öğrenilebilen bir programlama dili olan Struc programlama diliyle programlanabilmektedir. Böylece son alıcının da az bir masrafla bu kontrol sistemini değişmiş üretim şartlarıyla ve makina techizatıyla uyumlaştırması ve küçük birimlerden büyük ve karmaşık birimlere kadar büyütülmesi mümkündür. Eğilim bu günlerde grafik pro-

jelendirmeye ve grafik simülasyona ve rapor elde etmeye doğru yönelmiştir. Bu tür özellikler bugünlerde tahrik teknolojisinde halen az sayıda gerçekleşmiştir. Bugünkü SPS - cihazlarında ve proses kontrol sistemlerinde bulunan şartlardan yarının tahrik teknolojisinden de neler bekleneneğini görülmektedir.

1.7 Hardware - Modülerlik

Bir tahrik kontrol sisteminin hardware - modülerliği farklı bileşenlerinin minimum olması halinde yüksek ölçüde bir esnekliği mümkün kılmalıdır. Burada kabloların elden bağlanması mümkün olduğunca tamamen önlenmelidir. İstenilen fonksiyonlar çalışma esnasında Software tarafından belirlenmektedir. Bu durumda işlemci yapı grubu hardware'si tek tip olarak da kalabilir. Tahrik yakını kontrol ve denetleme görevlerini üstlenebilen bir kontrol sisteminde giriş / çıkış sinyallerinin sayısı, çeşidi ve sinyal seviyelerinde çok farklı şartlar ortaya çıkmaktadır. Bu kontrol sisteminin içinde doğrultucu - kontrol ve ayarlama fonksiyonları da tamamen dijital olarak gerçekleştirilmektedir.

Bu nedenle kontrol sisteminde tesis kabloları interface modilleri üzerine döşenmektedir. Sonra bu interface modülleri yassı şerit kablolarla yapı grubu taşıyıcısı içindeki fişli yapı gruplarının ön tarafındaki fişleriyle bağlanmaktadır. Aynı zamanda bu bağlantı elemanları özel tesisin gerektirdiği sinyal seviyelerini ve gerilim düşümlerini kontrol sistemi takma yapı gruplarında kullanılan sinyallere dönüştürmektedir. Kontrol sisteminde analog sinyaller ± 10 Volt ve biner sinyaller de ± 24 Volt 'luk standart sinyaller

olarak işlem görmektedir. Yapı grubu taşıyıcılarının ve dolap yerleştirilmeleri Struc G diye adlandırılan bir master program ve diğer projelendirme yardımlarıyla bir programlama cihazıyla veya bir workstation üzerinden önemli derecede hızlandırılmaktadır ve sistematikleştirilmektedir.

Aktif ve pasif yassı yapı gruplarının bir kontrol sistemi yapı grubu taşıyıcısı içinde uyumlu çalışmaları ve fonksiyonlarının bu yassı yapı grupları arasında bölüştürülmesi önemlidir. Çünkü aksi takdirde Software de mümkün olan fonksiyon bölüşümü, ölü zamanlar ve yapı grupları arasındaki veri nakli düzgün bir şekilde yapılamaz.

Dijital teknolojiye yapı grubu taşıyıcılarının kablo bağlantıları parallel Bus 'larla yapılmaktadır. İşlemcilerin asenkron program akışlarını işleyebilmesi mümkün olmalıdır ve bus 'lara erişim sırasında bekleme süreleri oluşmamalıdır.

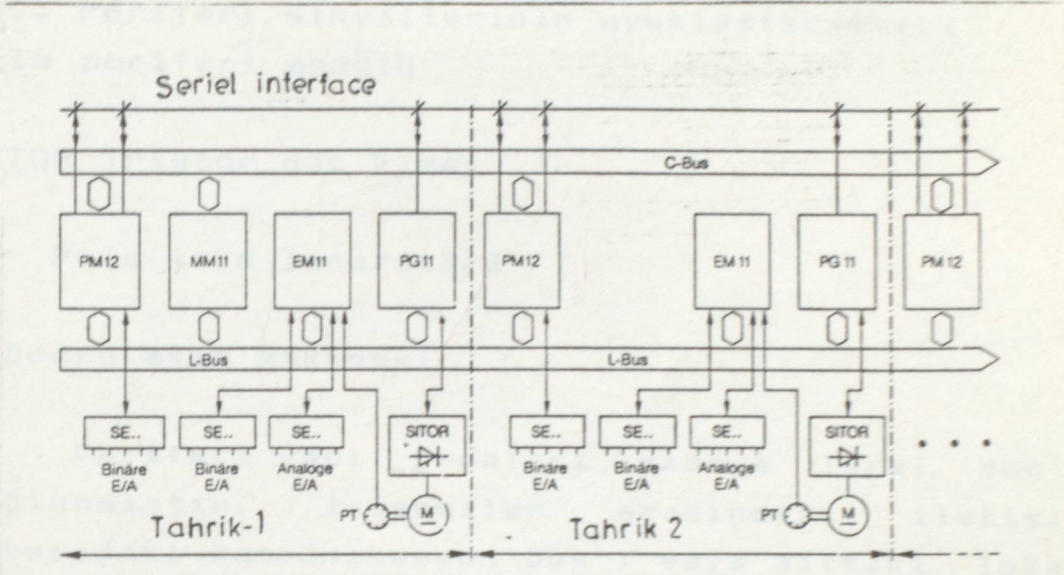
Aynı hakka sahip işlemciler arasında, bilgi değişimi amaca uygun olarak bir mailbox hafızası üzerinden gerçekleşmektedir. Bütün işlemcilerin bilgi yazabildikleri veya bilgi okuyabildikleri hafızaya mailbox hafızası yada common (ortak) RAM denir.

Çok hızlı alarm reaksiyonlarını ve süresi bakımından çok kritik olan doğrultucu fonksiyonlarını gerçekleştirebilmek için işlemci - yapı grupları yapı grubu içinde bulunan bus üzerinden ilgili hardware devrelerine kumanda edebilmelidir. Süre bakımından çok kritik olan doğrultucu fonksiyonları örneğin kontrol pulslarının oluşturulmasıdır. Aksi takdirde programın çalışma hızı sınırlandırılmaktadır. Bu nedenle interface modüllerin bağlanması için işlemci yapı gruplarının ön kartlarında direkt bağlantı uçları mevcuttur.

Kontrol sistemi hardware - kombinezonlarının

mümkün olası yapı şemasını şekil 4 göstermektedir.

Şekil 1.3 Kontrol sistemi tesis bölümünün Hardware bileşenleri kombinasyonu



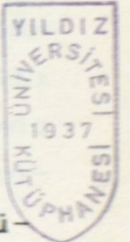
Fonksiyon düzenlemesi:

PM12 Teknolojik ayarlı ve kontrollü işlemci modülü. Periferi için biner giriş ve çıkışlar mevcuttur.

PG11 Akım ayarlamalı ve şebeke denetimli doğrultucular için işlemci modülü, komut katı, kontrol takımı, denetleme ve koruma, güç kısmının kontrolörüdür.

EM1 Devir sayısı olan değeri tesbiti yapan karışık periferi modülü. Biner ve analog giriş ve çıkışlar vardır.

MM1 Asenkron işlemci çalıştırılması için hafızalı bağlantı modülü



C - BUS Tahrik elemanları arasındaki haberleşme

L - BUS Tahrik elemanı içi haberleşme

SE.. Periferi sinyallerinin uyumlaştırılması
için periferi modülü

SITOR Tristör güç kısmı

PT Puls tako jeneratörü

M Doğru akım makinesi

Periferi yapı grupları sadece lokal bus'a bağlanmıştır. İşlemciler arasındaki iletişim yukarıdaki kommunikasyon bus'ı veya alttaki lokal bus üzerinden oluşabilir. Şekilde sinyal dönüştürülmesinde kullanılan interface modülleri yassı serit kablolarıyla birlikte gösterilmiştir. Aynı şekilde Sitor güç kısımlarına olan kablo bağlantıları da gösterilmiştir.

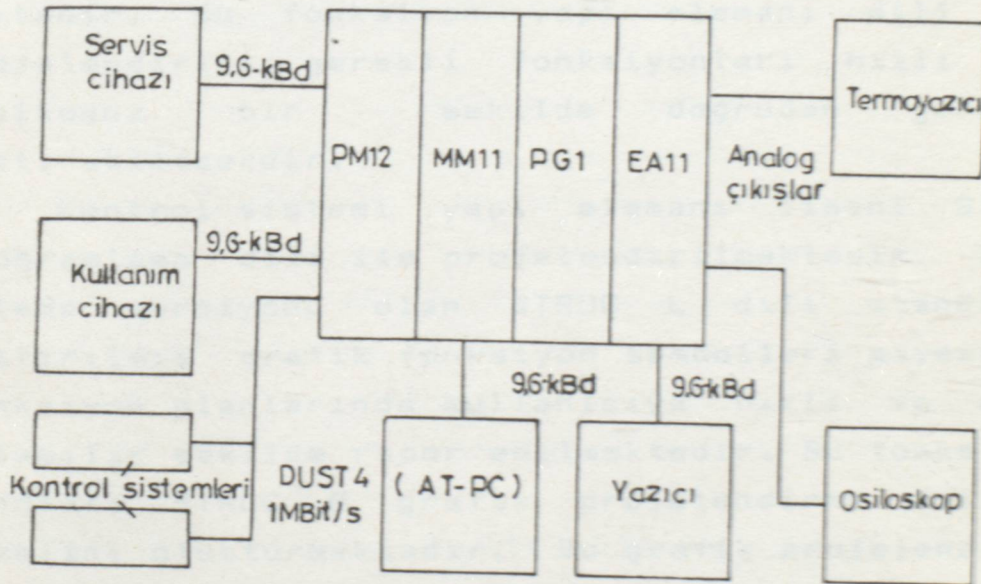
Kontrol sisteminde gerek duyulan giriş ve çıkış bağlantılarının sayısı aşağıdaki etkenler tarafından belirlenmektedir.

Bunlar: Bakım ve kullanım cihazlarına bağlantı yapmak için seriel interfacelerin kullanılması, katları isteğe bağlı olarak değişen ölçüm uçları, bir PG tarafından kontrol edilen güçlü bir monitor programı, printerlere olan seriel bağlantı uçları, otomasyon cihazları ve merkezi olmayan tahrik birimleri dir. Şekil 4 bir kontrol sistemde bulunan olanaklar hakkında iyi bir fikir sağlamaktadır.

Dijital kontrollü akım doğrultucu cihazlarının ve kontrol sisteminin software 'si esasen değiştirilebilen EPROM'lara yüklenmiştir.

Parametreler olduğu gibi çalıştırma fazından elde edilmiş veya servis personeli tarafından girilecek devre değişiklikleri de EEPROM'lara kaydedilmiştir. Bu EEPROM 'lar elektrik kesilmelerine karşı güvenlidir. Bu nedenle kontrol sisteminin işlemci yapı grupları değiştirilebilen hafıza sub - modülleriyle techizatlandırılmışlardır. İşlemci yapı gruplarının kendileri ise hiçbir uygulamaya yönelik software 'ye veya konuma bağlı ayarlamaya sahip değildirler. Bunlar her an için ve çabukça değiştirilebilmektedir.

Bunun yanında işlemci yapı grupları önceden bahsedilmiş olduğu gibi, alarm oluşturan biner girişleri, reaksiyonu hızlı olan biner çıkışları ve program akışına bağlı olmayan timer 'leri (zamanlayıcıları) içermektedirler. Bu hızlı kontrol sistemini geniş uygulama sahalarında kullanılmak üzere sadece 15 değişik yassı yapı grubuna ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 1.4 Dış periferinin kontrol sistemi ayar ve kontrol elektronigine bağlantısını gösteren bağlantı şeması. Bağlantılar seriel veya standartlaştırılmış interface 'ler üzerinden yapılmıştır.

1.8 Software Projelendirmesi:

Hızlı tahrik kontrol sistemlerinin programlanması yerine software projelendirmesi kontrol sisteminin amacını teşkil etmektedir. En hızlı software akışını assembler programlama dili sayesinde sağlayabiliriz. Bu da belirlenmiş bir çözüme göre ölçülendirilmiş olmalıdır. Bir ayar sistemi için bu gidiş yolu mümkün olmamaktadır. Görevleri fonksiyon blokları aracılığıyla bir fonksiyon planında göstermek bir metoddur. Projelendirici bu metodunu dijital teknolojiye daha güçlü kullanabilmelidir. Bilgisayar dilleri aracılığıyla program geliştirme onu hiç ilgililendirmemelidir. Çünkü tahrik kontrol sisteminin projelendiricisi software programlayıcısı değildir. Bu nedenle bir kontrol sisteminin proses kontrol sistemlerinde olduğu gibi burada da kullanıma yönelik elverişli bir fonksiyon yapı elemanı diline ihtiyacı duyulmaktadır. Bu fonksiyon yapı elemanı dili ile projelendirici gerekli fonksiyonları hızlı ve rizikosuz bir şekilde doğrudan gerçekleştirebilecektir.

Kontrol sistemi yapı elemanı lisansı STRUC programlama dili ile projelendirilmektedir. Listeleme versiyonu olan STRUC L dili standartlaştırılmış grafik fonksiyon sembolleri sayesinde fonksiyon planlarında kullanıcıya hızlı ve açık anlaşılır şekilde rapor edilmektedir. Bu fonksiyon planları STRUC G grafik projelendirme dilinin temelini oluşturmaktadır. Bu grafik projelendirme dili halen geliştirme aşamasındadır. Kısa bir süre sonra grafik fonksiyon planları STRUC L den otomatik olarak üretilecek ve geri dökümantasyon araçları olarak emrimize sunulacaktır.

Programlama işlemi kullanıcıyı yönlendiren

bir programlama cihazının ekranında yapılmaktadır. Ayrıca programlama işlemi rahat bir programlama cihazı software 'si tarafından desteklenmektedir. Program programlama cihazında compile edilir. Sonra işlemci yapı gruplarının Eprom - hafızalarına yüklenir.

İşlemciler programın çalışması için özel bir işletim sistemine ihtiyaç duymaktadır. Bu işletim sistemi programın hızlı çalışması için elverişli olmalıdır ve çok az bir hesaplama süresini gerektirmelidir. İşletim sistemi işlemci üzerinde veri çağırma ve veri nakil işlemini değişik yoklama sürelerinde mümkün olduğu ölçüde operatöre hisettirmeden yapmalıdır. Bu esnada işletim sistemi verilerinin zamana bağlı olarak birikmesini de sağlamalıdır. Programlama cihazı software 'si ve işletim sistemi veri organizasyonu operatör için görünmez yapacak kadar konforludur.

1.9 Teşhis ve Software Özellikleri

Bir dijital sistemin teşhis ve software özellikleri analog teknolojiye karşın önemli bir avantajdır. Kontrol sistemi işlemcilerinde bu nedenle kendi kendini denetleyici programlar mevcuttur. Bu programlar hardware ve software 'nin kullanılabilirliğini on line olarak kontrol etmektedir. Ayrıca bu programlar sayesinde operatör tarafından planlanan hata takip işlemleri otomatik olarak çalıştırılmaktadır.

Operatör aynı zamanda doğrultucu güç kısımlarını ve tahrik techizatının yardımcı tertibatlarını denetlemeye dahil edebilir. İşlemcinin software 'sinde güçlü bir ihbar sistemi bulunmaktadır. Bununla birlikte kontrol sistemi ekonomik yeterlilikte olmaktadır ve fazla ek tertibat

gerektirmeden bir tahrik biriminin emniyetli çalışmasını temin etmektedir. Bu esnada kontrol sistemi üst dereceli otomasyon sistemlerine bağlı olabilir veya olmayabilir.

Analog devreler devre fiziği yöntemleriyle kurulmaktadır. Bu nedenle servis durumlarında uygun tecrübeye sahip tecrübeli bir elektronikçi analog devreleri ölçme tekniği bakımından kolayca çözebilmektedir. Mikro işlemcilerde fonksiyon akışları software 'nin içinde bulunmaktadır. Bu nedenle programların içinde özel önlemler almadan fonksiyon akışlarına on line olarak erişmek sadece zorlukla sağlanır. Dijital fonksiyon akışları analog fonksiyonlara karşın daha açıktır ve bunlar daha kolay denetlenebilmektedir. İyi bir şekilde yapılandırılan bir software akıllı servis programları ile birleştirilmiş olarak, dijital fonksiyon akışlarını daha az tecrübeli olan bakım elemanı için de analog teknolojisinden daha kolay erişilebilir hale getirebilir.

Bu nedenle mikro computer cihazları ve sistemleri çok güçlü monitör fonksiyonlarına ihtiyaç duymaktadır. Bu monitör fonksiyonlar servis ve teşhis durumlarında ihtiyaç duyulan tüm analiz ve devre değişikliklerini desteklemelidir. Kontrol sisteminde insan makine diyalogunun projelendirilmesi aynı şekilde bir ekran üzerinden STRUC programlama diliyle yapılmaktadır. Ölçüm değerleri fiziksel birimlerde veya yüzde değerler olarak belirtilmektedir. Analog çıkışlarda ölçüm büyüklükleri ölçüm yapabilmek için on line bağlanabilir. Fonksiyon yapı elemanları arasında bağlantılar yeniden oluşturulabilir veya ayrılabilir. Bu sayede bir programlama cihazında mükemmel bir şekilde compile edilen program herşeye rağmen on line olarak yeni dönüştürme işlemlerini gerektirmeden hızlı ve

problemsiz olarak değiştirilebilmektedir. İstenilen noktalarda test sinyalleride devreye eklenebilir. Tabiiki bütün parametrelerin değiştirilmesi mümkündür. Projelendirilmiş ayar sınırları ve anahtar değerler, bakım yapan kişiyi hatalara karşı korumaktadır.

Bu esnada bir yazıcı aracılığıyla bütün girişler rapor edilebilir. Tek tük Hataları yakalamak için Trace (iz) hafızaları düzenlenebilir. Döner hafızada biriken değerlerin sayısı seçilebilmektedir. Aynı şekilde trace hafızasının çalışma ve okumak için duruşundaki zaman gecikmesi seçilebilmektedir. Trace hafıza içeriklerinin okumaya nazaran daha yavaş olan bir peryod süresi ile çıkılması projelendirilebilir. Örneğin termo yazıcısına çıkılması ve bir yazıcı üzerinde bir trace hafızasının bilgi döktüğü zaman anının kaydedilmesi gibi durumlar projelendirilebilir. Arızalar ve kullanıcı etkileri çok yüksek bir zaman çözünürlüğünde ve özellikle doğru bir sıra ile kaydedilebilmektedir. Bu kayıt etme işini karışmış olan yapı grubu taşıyıcısının çok sayıda işlemcisi kontrol sisteminin içinde elektrik kesilmelerinden etkilenmeden oluşturabilir. Sonra ise ihbar yazıcısında veya bağlı bulunan kullanıcı cihazında, servis cihazında veya Bus hatları üzerinden çıkışı sağlanır. Bununla birlikte başka zamanlar gerekli olan ek tertibatların masrafları ortadan kalkmaktadır. Bunun dışında hata takibi önemli ölçüde düzeltilmiştir.

Duruma göre ortaya çıkan ve sadece assemblar boyutunda takip edilebilecek hatalarda tabiiki bir Hex - monitörü ve sistemin bus larını anında okunmasını sağlayan tertibat uzmanların kullanımlarına sunulmaktadır. Bu sayede program akışını

durdurmadan veya durdurarak sistem analizi mümkün olmaktadır.

Bir kontrol sisteminde çalışan fonksiyonların rahatça anlaşılabilmesi için, bir devre bağlantı kitabı için grafik fonksiyon planlarının hazırlanması gereklidir ve bu esnada bu grafik fonksiyon planları gerçekte yüklenen programla aynı olmasını kontrol edip garantiye almak gerekmektedir. Analog devrelerde de devre ve dokümentasyonun birbiriyle aynı olmaması çoğu kez servis hizmetlerinde ve arıza arayışlarında yüksek masraflara yol açmıştır. Bu esitliğin Fonksiyon planlarının ve programların aynı zamanda gerçekleştirilmesi sayesinde sağlanması arzulanmaktadır. Kontrol sisteminin mevcut özelliklerinin tamamlanması amacıyla kontrol sistemine ek bir katın gerçekleştirilmesi çalışmaları sürmektedir.

Dijital teknolojisinin çok amaçlı teknolojilerde kullanılması esnasında tecrübelerin artması sayesinde umumi şebekeden uzaktan diyagnoz ve teşhis gelecekte daha yüksek bir anlam kazandırmaktadır. Dijital bir tahrik cihazının veya kontrol sisteminin kalitesinin en önemli özellikleri bu tertibatların bakım özelliklerinden anlaşılmaktadır.

Operatör için rahat olan bir software 'nin geliştirilmesi masrafları çok çok yüksektir ve hardware'nin geliştirilmesi için gerekli olan masrafların kat kat üstüne çıkmaktadır. Fakat bir sistemin hem bayi hem de operatör tarafından kabul görmesi ve kullanılması için kullanım rahatlığı büyük önem taşımaktadır.

Devir sayısı değiştirilebilen üç fazlı tahrik sistemleri gittikçe artan bir önem kazanmaktadır. Çok sayıda inverter cihazları günümüzde zaten dijital teknolojiyle gerçekleştirilmektedir.

Mikro işlemcilerin kullanılmasıyla bu olaya daha da önemli bir katkıda bulunulmuştur. Çünkü bu sayede gerekli olan elektronik sistem daha az bir masraf ile gerçekleştirilebilmektedir. Yüksek dinamik kontrol davranışına sahip olan sessiz darbe inverterleri çok yüksek hesaplama gücüne ihtiyaç duymaktadırlar. Bu şartlar sinyal - prosesörleri sayesinde sağlanmaktadır.

Inverterler özellikle yüksek güçlerde kullanılmaktadır. Bu inverterin fonksiyonları da yüksek talepleri karşılamak zorundadırlar. Bu talepler kullanım imkanının geniş olması ve özel şartlara kolay uyum sağlama imkanı gibi özellikleri gerektirmektedir. Bu görevler için uygun bir kontrol sisteminin tasarlanması mümkündür. Düşük devir sayılarında senkron ve asenkron makinelerde direkt inverterler kullanılmaktadır. Yüksek güçlü senkron motorlarda 25 MW' a kadar varan yüksek güçlerde ve yüksek devir sayılarına kadar akım ara devreli inverterler kullanılmaktadır (örneğin kazan besleme pompası tahrik elemanı). Şekil 1.4, çok hızlı bir kavramaya sahip iki doğru akım makinesinin yapı grubu taşıyıcısındaki kombinasyonunu ve yapı grubu şemasını göstermektedir.

1.10 Dinamik Davranış ve Aşırı Üstünlükler

Dinamik davranış ve aşırı üstünlükler dijital teknolojiye sahip tahrik elemanlarının önemli özelliklerindendir. Aynı ayar yöntemiyle geliştirilmiş olan analog devrelerine sürekli davranışları nedeniyle yoklama sistemleri yenilmektedir.

Fakat dijital çözümlerle fazla bir masraf gerektirmeden analog teknolojisine göre daha karmaşık devreler gerçekleştirilmektedir. Bunlar daha karmaşık olan hesaplamaları gerçekleştire-

bilir. Hafızalarının bulunması nedeniyle dijital devreler analog devrelerle çok uğraş ve masraf gerektiren özelliklere kolayca sahiptirler. Kontrollü parametre uyumlaştırılması, kestirimci hesaplamlar, durum ve izleyici ayarlamaları ve bunun yanında on line mesafe tanınması ilk olarak mikro computer teknolojisiyle yayılma imkanına kavuşmuştur. Bugünlerde bile özel dijital fonksiyonlar sayesinde, olgunlaşmış doğru akım tahrik devrelerinin dinamik özelliklerine ulaşılmıştır ve bunun üstüne bile çıkılmıştır.

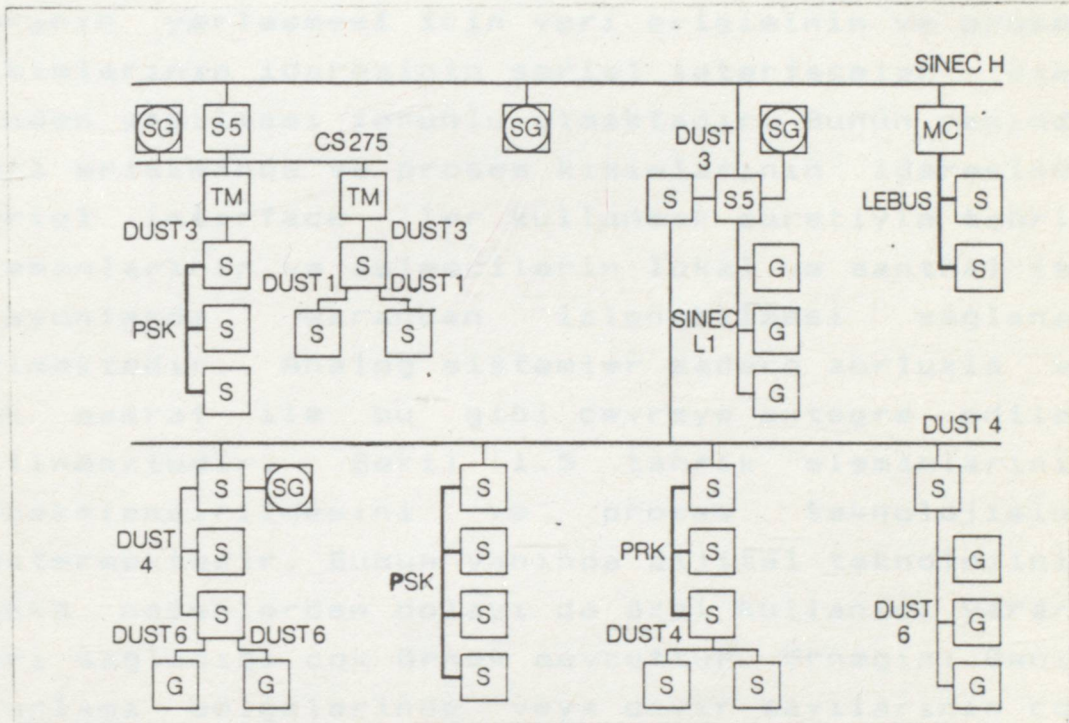
Yüksek kullanılabilirlik şartlarına haiz tahrik elemanlarında kontrol sistemiyle ekonomik yeterliliğe sahip elektronik devreler gerçekleştirilebilmektedir. Büyük senkron makineleri elektronik devreler yerine çok uygun MTBF - değerlerine sahiptirler. Eğer elektronik elemanlarla buna benzer yüksek değerlere ulaşılabilirse, yedekte tutma işlemi önlenmektedir. MC - elektro-niğinin kendinden denetleme fonksiyonları sayesinde sınırlı bir masraf ve uğraş ile ekonomik yeterliliğe haiz elektronik devreler 2 üzerinden 1 olan bir hata stratejisi ile yüksek kullanılabilirlikle elde edilebilir. Yüksek şartlara göre ekonomik yeterliliğe sahip sistemler 3 üzerinden 2 bazına göre hazırlık aşamasındadır.

1.11 Dijital Tahrik Teknolojisinin Kullanıcıya Olan Yararları

Yeni doğrultucu ve inverter cihazlarında olduğu gibi kontrol sistemi cihazlarında da dijital tahrik teknolojisinin kullanılmasının en önemli nedeni kullanıcıya sağladığı faydalardır. Zaten önceki konularda dijital teknolojisinin kullanılış nedenlerinden tekrar tekrar bahsedil-

mişti. Tarif edilmiş olan özellikleri nedeniyle yeni geliştirilen cihaz ve sistemlerde dijital teknoloji günümüzün teknolojisini arz etmektedir.

Şekil 1.5 Seriel Bus 'lar üzerinden tahrik ve proses tekniğinin şebekelendirilmesi



Burada:

S Kontrol sistemi

SG Görüntü cihazı

S5 Programlanabilir lojik
birimi

DUST Veri nakil
kontrolü

TM Noktadan noktaya
seriel interface

PSK Paralel olması
gereken değer
kaskadı

MC parallel interface

PRK Paralel çerçeve
bağlantısı

G Doğrultucu/Inverter
cihazı

LEBUS Lokal genişletme
Bus '1

Bugünlerde büyük tahrik sistemleri dijital elektronik elemanlar bulunmadan satılamamaktadır. Fakat bunun yanında bundan böyle doğru akım cihaz teknolojisinde de dijital teknolojisi yaygın kullanım alınana sahip olacaktır.

İşlevlerin gelişen otomasyonuna tahrik elemanlarının yerleşmesi için veri erişiminin ve proses kısımlarının idaresinin seriel interfacerler üzerinden yapılması zorunlu olmaktadır. Bunun yanında veri erişiminde ve proses kısımlarının idaresinde seriel interface 'ler kullanmak suretiyle tahrik elemanlarının ve işlemcilerin lokal ve santral istasyonlarda ekrandan izlenebilmesi sağlanabilmektedir. Analog sistemler sadece zorlukla ve çok masraf ile bu gibi çevreye entegre edilebilmektedir. Şekil 1.5 tahrik elemanlarının sebekelendirilmesini ve proses teknolojisini göstermektedir. Bunun yanında dijital teknolojinin başka nedenlerden dolayı da özel kullanıcı yararları sağladığı çok örnek mevcuttur. Örneğin: Geniş ayarlama bölgelerinde veya devir sayılarının çok iyi bir sabitliğinin istendiği durumlarda yüksek devir sayısı hassasiyeti sağlanmaktadır buda kağıt ve şerit üretiminde ve işlenmesinde olduğu kadar acısal olarak düzgün çalışmada da ve pozisyonlamada değişik kullanım alanlarına sahiptir. Geniş kapsamlı yüksek şartlara haiz haddeleme sanayi tekniğinde kullanılan ana ve yardımcı tahrik elemanları görevlerini pratikte sadece dijital teknoloji sayesinde yerine getirebilmektedirler Ayrıca kağıt-, şerit- ve baskı sanayisinde de dijital teknolojinin kullanılması kaçınılmaz hale gelmiştir. Hızlı dijital ayarlama elemanları büyük türbinlerde de vana konum kontrolünde, şebeke kompanzasyon tesislerinde ve HGÜ - Tekniğinde kullanılmaktadır ve ihtiyaç duyulmaktadır.

Tahrik elemanlarının değişen üretim parametrelerine hızlı ve tekrar üretilir bir şekilde uyumlaştırılabilirmeleri dijital teknolojisinin geniş alanlarda kullanılmasının diğer bir nedenini oluşturmaktadır. Herzaman tekrar tekrar görölmektedir ki, yeni fonksiyon özellikleri yeni üretim yöntemlerini ve bununla birlikte de yeni ihtiyaçları doğurmaktadır.

Nihayet analog teknolojisinde kullanım, izleme ve periferi sinyallerine bağlamak için gerekli olan kablolama masrafları çok yüksek masraflara neden olmaktadır. Merkezi olmayan zeki elektronik devrelerin bağlantıları için seriel interfacelerin kullanılması sayesinde çok önemli tasarruflar sağlanmaktadır.

Kontrol sistemlerinde ayarlama, hesaplama, kontrol, denetleme ve buna ait yardımcı fonksiyonlar, yazıcıda rapor veren karmaşık ihbar sistemi fonksiyonu sistemin içinde bir programlama dili aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bu da bakım ve servisi özellikle kullanıcı için daha da kolay hale getirmektedir.

2. TAHRIK TEKNİĞİNDE KULLANILAN GÜÇ YARI İLETKENLER

Güç yarı iletkenlerin çok çeşitleri vardır. Bu nedenle değişik güç yarı iletken tiplerinin karakteristik özelliklerini tanımak zorlaşmıştır. Burada fonksiyonel bakış açıları yol gösterme de yardımcı olacaktır. Önce tetiklenebilen doğrultucuların prensipleri ele alınacaktır. Sonra ise güç yapı elemanlarının sağlaması gerektiği tipik şartlardan bahsedilecektir. Alan etkili transistörlerden hareket ederek güç yarı iletkenlerin ailesi tarif edilecektir.

2.1 Devir Sayısı Ayarlanan Tahrik Sistemlerinde Devreye Bağlanan Doğrultucuların Prensipleri

Tahrik tekniğindeki tüm doğrultucuların prensibi omik endüktif devrelerde akımın ayarlanmasına dayanmaktadır. Bu ayarlama akımın hareketsizliğinden faydalanarak gerçekleştirilmektedir. Bunun için kontrollü güç yarı iletkenlere ve diyotlara ihtiyaç duyulmaktadır. Şekil 1' deki yarı köprü bağlaması profesyonel düzenlerin temel devresidir. Genelde bu gibi devreler de önemli olan çıkış devresinin L/R zaman sabitesinin darbe frekansının periyodu T_r 'ye nazaran büyük olmasının sağlanmasıdır. Eğer S_2 şalteri kapalı ise yüke batarya üzerinden enerji gönderilir. S_2 şalteri açık ise öz endüksiyon nedeniyle I_1 akımı D_1 diyodu üzerinden akmaya devam eder. Besleme süresi ve serbest kalma sürelerinin oranıyla akımın ortalama değeri ayarlanmaktadır.

2.2 Kontrollü Güç Yarı iletkenlerin Tipik Çalıştırma Özellikleri ve Kriterleri:

Şekil 2.2, bir besleme fazı esnasındaki S_2 şalteri

değerine dik bir düşüşten sonra gecikmeli olarak ulaşmaktadır ("akım kuyruğu").

Şalterin verimini özgül kayıplar belirlemektedir. Bu kayıplar iletim kayıplarından ve anahtarlama kayıplarının toplamından oluşmaktadır. Bu geçirme kayıpları ve anahtarlama kayıpları çıkış, iniş ve kuyruk etkilerine bağlıdır. Anahtarlama kayıplarının darbe frekansı ile birlikte lineer olarak arttığından verim frekansın artmasıyla birlikte düşmektedir. Bugünlerde gürültü azaltılması için yapılan çalışmalar artan bir anlam kazanmaktadır. Bunun için 20 kHz'e kadar varan anahtarlama frekanslarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtarlama işlemi sırasında oluşan kayıp gücündeki sivrilmeler (şekil 2.2 c) özellikle yarı iletkenin termik kararlılığına meydan okumaktadır. Bundan daha kritik bir durum kısa devre halidir. Çoğu uygulamalarda kısa devre durumunun otomatik olarak denetim altına alınması istenilmektedir. Kısa devre altında bulunan şalter zararsız anahtarlama yapmalıdır. Kısa devre edilmiş bir elemanın açılıp kapanması daha az kritik olmaktadır. Buna nazaran zaten kapalı halde bulunan bir şaltere seri olarak oluşan kısa devre daha kritik bir durum oluşturmaktadır. Bu genelde du/dt geri bağlama etkilerine dayanmaktadır.

Bir şalterin anodu ve kontrol giriş ucu arasında geri besleme kapasitesi bulunmaktadır. Pozitif bir du/dt ve uygun kaydırma akımları sayesinde kesimde veya kesime girecek olan yarı iletkenin tekrar kısmen ilettime girmesine yol açılabilir. Bunun sonucunda elemanın doyma durumuna bağlı olarak elemanın tahrip edilmesine kadar yol açabilecek arıza etkilerine neden olunabilmektedir. Eğer du/dt kararlılığı yeterli değilse duruma göre **koruma devrelerine** ihtiyaç duyulabilir.

Kontrol devrelerinin farklılığı değişik taleplere yol açmaktadır ve karakteristik bir kontrol masrafına yol açmaktadır. Yarı iletkenlerin özel yapıları sayesinde değişik değerler de maksimum kesme gerilimleri veya akımlarına neden olmaktadır. Bu esnada tıkama yeteneği yada kesme yeteneği ve akım taşıma yeteneğinden söz edilmektedir. Akım taşıma yeteneği doğru akımlı durumlarda sözkonusudur.

2.3 Kontrol Edilen Yarı iletkenler Ailesi:

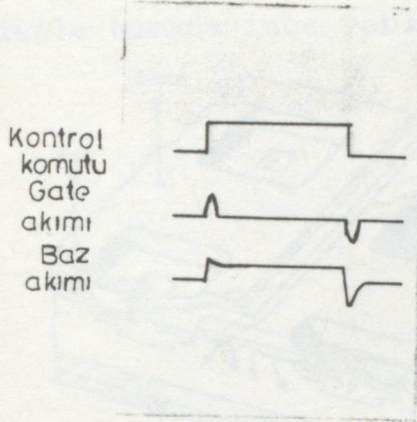
Etki şekline göre alan etkili transistör bu ailenin en basit ferdidir. Düşünce bakımından diğer tüm çeşitler alan etkili transistörden türetilmiştir.

Bu arada güç yarı iletkenin fonksiyonu paraziter etkilerden de etkilenmektedir. Sadece istenilen fonksiyonları istenmiyen yan etkiler olmadan sağlıyan yapı elemanlarını üretmek zordur. Güç yarı iletkenlerin paraziter etkilerinin azaltılması daima imalatın ve geliştirme çalışmalarının amacı olmuştur.

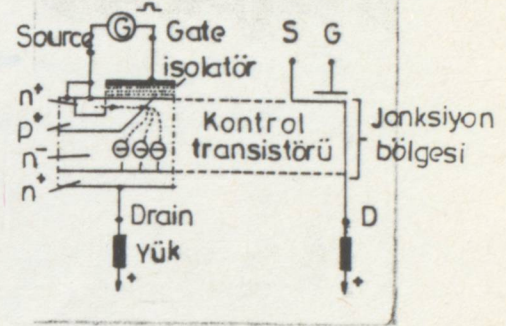
2.4 Gerilim Kumandalı Salter:

Kapasitif kontrol girişinin buluması bu salterin özelliğindendir. Pratikte bu kontrol girişinden sabit yerel bir akım akmaktadır (şekil 2.3). Kontrol geriliminin çabuk değişmesi için duruma göre amper mertebesindeki akımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü giriş kapasiteleri nF - bölgesinde bulunmaktadırlar. Eğer sürücüyü örneğin düşük omajlı bir gerilim takipçisi olarak seçersek, bu durumda kontrol gücü yinede minimum kalmaktadır. Çünkü sürücü boşta bir akım akıtmamaktadır (Örneğin 500 V ve 10 A'lık standart FET, 100 kHz'de sadece 50 MW kayıp ile kontrol edilebilmektedir). Bu durum basit fakat aynı zamanda

arıza emniyeti olan gerilim bölücü kontrol sistemlerine müsaade etmektedir (Örneğin trafa darbe bağlantısı gibi). Gerilim kontrollü şalterin düşük kontrol masrafı gereksinimi tartışılmaz avantajlarındanıdır.



Şekil 2.3: Akım ve gerilim kontrollü eleman da tipik kontrol akımı eğrileri

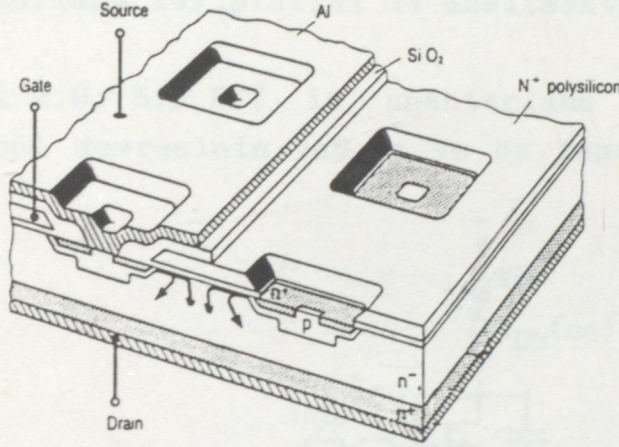


Şekil 2.4: Bir güç FET'inin yapı ve fonksiyon şeması

2.5 Alan Etkili Transistör:

Güç FET'i, bir kontrol tranzistöründen ve bunu takip eden çip düzlemine dikey bir şekilde düzenlenmiş geçiş bölgesinden oluşmaktadır. Bu geçiş bölgesi tıkama durumunda anod gerilimiyle yüklenmektedir (şekil 2. 4). Kontrol FET'i kısa kanal uzunluğuna sahip çip yüzeyine yerleştirilmiş alışıla gelmiş düzenlere benzemektedir. Çip yüzeyinin tamamını kaplayan bir hücre yapısı sayesinde azami kanal genişlikleri sağlanmaktadır. Bu sayede yüksek değerlerde yükselme hızlarının ve geçirgenlik katsayılarının oluşması sağlanmaktadır (şekil 2. 5). Geçiş bölgesi az enjeksiyonlu dik aksenal bir tabakadan oluşmaktadır. Bu geçiş bölgesinin kalınlığı istenilen tıkama geriliminin değeriyle birlikte artış göstermektedir. Bu esnada enjeksiyon azalmaktadır. Özellikle yaklaşık 200 V'lık

bir gerilimden itibaren her iki etkide açma direncinin tıkama gerilimiyle birlikte artmasına yol açmaktadır. 200 V 'un altındaki gerilimler de açma iletkenlik değerine etki eden belirleyici bir etken olarak kanal bölgesi bas-kın çıkmaktadır. Artan gerilimle bu daha da artmaktadır. Bu nedenle burada ince yapılar kullanılmıştır.



Şekil 2.5: Bir FET 'in hücre yapısı

FET 'in monopolar yani tek kutuplu bir sistem olması nedeniyle depolama etkileri görülmemektedir.

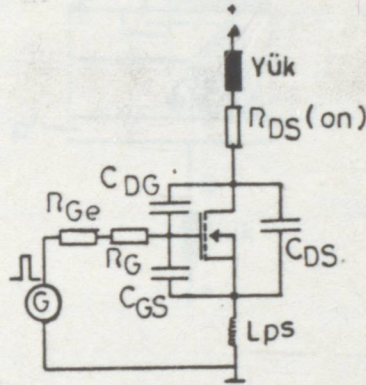
Kontrol geriliminin değişim hızı ve sistem kapasite-leri veya yapı endüktansları anahtarlama sürelerini belirlemektedir (şekil 2. 6).

FET 'lerin diğer bir avantajı termik kararlılıklarının yüksek olmasıdır. Bu sayede geniş emniyetli çalışma bölgelerin oluşması sağlanmaktadır. FET 'lerle kısa devreye karşı emniyetli sistemlerin gerçekleştirilmesi mümkün olmaktadır.

FET 'in içinde ters kuplajlı bir diyod ve bu diyodun yanında da paraziter bipolar tranzistör bulunmaktadır. Eğer bu bipolar tranzistöre bir baz akımı verilirse, arızalar oluşmaktadır. Eğer ters kuplajlı diyod serbest geçiş diyodu olarak kullanılırsa bu olayla ilişkili olarak komü-

tasyon olayı kritik bir duruma girmektedir. Paraziter bipolar tranzistörün iletim eşiği uygun yapılar sayesinde azaltılabilmektedir. Bundan başka enjeksiyonun ömrünü azaltmakla iletim eşiğinin düşürülmesi mümkündür. Fakat bu tedbir aynı zamanda geri dönüş yüklerinin önemli derece de azalmasına neden olmaktadır ve buna uygun bir biçimde de anahtarlama kayıplarını da azaltmaktadır.

Sekil 2.6: Bir FET 'in anahtarlama davranışı bu FET 'in kontrol devresinin yapısı ve öz kapasitesinin fonksiyonudur



R_{Ge} ... Generatör iç direnci

R_G ... Source ön direnci

C_{DG}, C_{DS}, C_{GS} ... FET 'in öz kapasiteleri

L_{ps} ... Paraziter source endüktansı

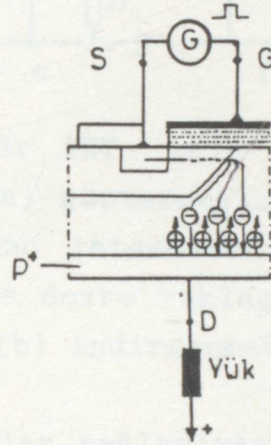
$R_{DS(on)}$... Açma ön direnci

Mevcut bulunan FET 'lerle doğrudan ulaşılabilen güçler yaklaşık 50 V / 25 A veya 1000 V / 3 A değerleriyle karakterize edilmektedir.

FET 'lerin hızlı olmaları ve termik kararlılığa sahip olmaları FET 'lerin esas avantajlarını oluşturmaktadır. Tahrik tekniğinde FET 'ler yaklaşık 10 KW güçlerine kadar kullanılmaktadır. Modüler yapı şekliyle daha yüksek güçlere bile uzanmak yönünde eğilim sürmektedir.

2.6 injektör FET (IGBT):

n kanallı bir mosfet ' in drain tarafındaki elektrodu ince bir n^+ tabakasıdır. Eğer bu tabakayı p^+ versiyonu ile değiştirirsek, bu durumda elemanın tabiyatı önemli ölçüde değişmektedir (şekil 2. 7).

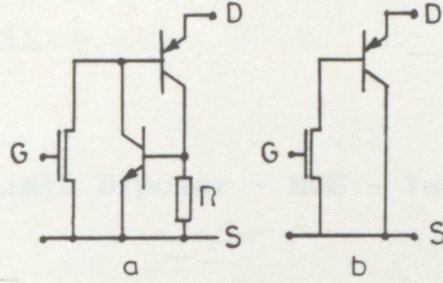


Şekil 2.7: Bir injektör FET 'inin yapı ve fonksiyon şeması

Drain akımının akması halinde ya delikler n^- bölgesine geçmektedir yada delikler aşılacaktır ve bu bölgede ki iletim katasayısını yükseltmektedirler. Bu esnada $p - n$ jonksiyonunun eşik gerilimi aşılmalıdır. Yüksek gerilim bölgesinde (400 V 'un üzerindeki gerilimlerde) artık gerilimin bu bileşeni iletimdeki elemada iletim katsayısı kazancı sayesinde çok fazla kompanze edilmektedir. Düşük gerilim bölgesinde bu olay daha değişiktir. Bu nedenle injektör - FET 'i FET ailesinin yüksek gerilim elemanıdır.

Anod tarafındaki n^+ tabakasının yerine diğer tabakanın yani p^+ tabakasının konulması sayesinde injektör FET 'i paraziter bir tristör yapısına kavuşmaktadır (şekil 2. 8). Eğer bu tristör yapısı aktiflenirse, duruma göre elemanın tıkaması mümkün olmamaktadır. Bunu önlemek için örneğin npn tranzistörün baz emiter bağlantısı arasındaki

direnci (R) küçük tutulmalıdır. Ayrıca mümkün olan maksimum anod akımı uygun değerde küçük tutulmalıdır.



Şekil 2.8: injektör FET'inin eşdeğer devresi parazitör yapısını (a) göstermektedir. Bu parazitör tristör yapısının fonksiyonu istenmemektedir ve bastırılmalıdır. Eğer durum böyleyse devre yaklaşık olarak bipolar - MOS - Darlington katına (b) indirgenmektedir.

Eğer bu koşullar sağlanırsa, eşdeğer devre bir MOS - Bipolar - Darlington devresine indirgenmektedir (şekil 2. 8 b).

Eğer kontrol - FET'i birden bire ilettime sokulursa, ilk önceleri n- - bölgesinin genelde öz hattına uyan bir iletim katsayısı meydana gelmektedir. İlk olarak delik diffüzyonunun artmasıyla birlikte iletim katsayısı yavaşça kendi değerine düşmektedir (şekil 2. 2 'ye de bakınız).

Kontrol FET'inin tıkaması esnasında n- - bölgesinden delikler çıkmaktadır, bunların daha çok yük akımı veya tekrar düzenleme sayesinde kaybolmaları gerekmektedir. Bu da bir akım kuyruğuna yol açmaktadır. Kuyruk etkilerini azaltmak üreticilerin uğraşları arasındadır. Bunu sağlamak için örneğin deliklerin ömürleri saf metallerle dozlanmayla veya ışınlamayla düşürülmektedir. Burada injektör FET'inin bipolar tranzistörle mukayese edildiğinde depolama etkilerinin çok az olduğunu söylememiz gerekir.

injektör FET 'leri bugünlerde 1200 V 'a kadar ve 100 A akımlar için 4 ila 6 kHz 'lik anahtarlama frekansları arasında mevcuttur.

Diğer cesitleri:

2.7 Tümleştirilmiş Bipolar - MOS - Yapıları: ("BIMOS")

2.7.1 Kaskad bağlama:

Bu tertipte (şekil 2. 9 a) bipolar ikili baz bağlantı-sında çalıştırılmaktadır. Bu esnada tıkama sırasında gü-venli çalışma bölgesi önemli ölçüde genişletilmiştir ve düzenleme çok hızlı olmaktadır. Burada FET - kontrol girişi çok avantajlıdır. Fakat doğrusu ek bir bataryaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yanında endüktif yük durumlara-rında akıma bağlı olarak değişken olmaktadır.

2.7.2 Mos - Bipolar - Darlington (şekil 2. 9 b) :

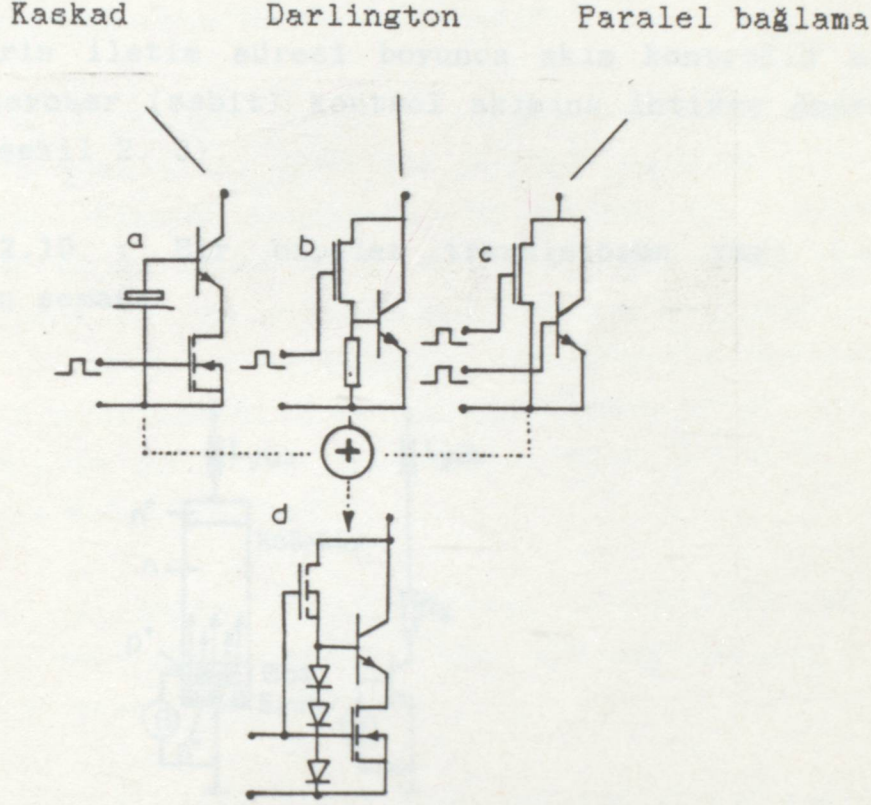
Bu düzenleme avantajlı bir FET kontrol girişine sahiptir ve bu nedenle ilettime geçmeyi çok hızlı gerçekleştirmektedir. Buna karşın tıkama yavaştır. Bundan başka du/dt kararlılığı gibi emniyetli çalışma bölgesi negatif tıkama geriliminin eksikliği nedeniyle çok zayıftır.

2.7.3 Mos - Bipolar parallel bağlama (şekil 2. 9 c):

Anahtarlama işlemleri FET 'sayesinde oluşturulmaktadır. Bipolar ikili gerilimle duruma göre ilettime sokulup çıkartılmaktadır. Bu esnada mümkün olan en büyük koruma

sağlanmaktadır. Kontrolü masraflı olmaktadır.

Sekil 2.9: Bipolar - MOS - Temel devrelerinin hiç birisi mükemmel değildir. Fakat bu temel devrelerin süperpozisyonu ilginç bir çözümü sunmaktadır.



2.8 TEMEL DEVRELERİN KOMBİNASYONLARI:

Sayıdığımız temel devrelerin avantajları ve dez avantajları mevcuttur. Şekil 2.9 d deki tertipleme bu üçünün birleşimi sonucunda oluşmaktadır. Bu birleşim esnasında avantajlar toplanmış ve dezavantajlar bastırılmıştır. Şekil 2.9 d 'deki devrenin dinamik davranışı doğrudan FET 'le-rin dinamik davranışına benzemektedir. Bunun yanında bir tanede FET -kontrol girişi mevcuttur.

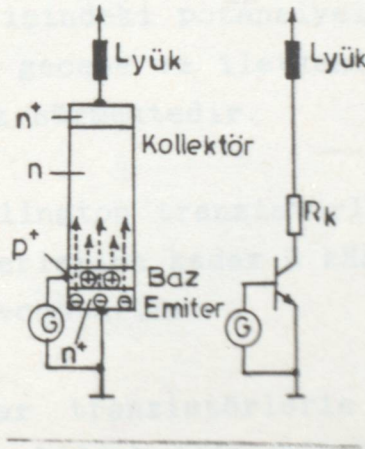
Kesim esnasında bipolar eşli V_{ceo} 'na kadar yüklene-

bilinmektedir. Tertipleme 500 V ila 1000 V arasında söz konusu olmaktadır. Bipolar kısım bir darlington sayesinde ortadan kaldırılabilinmektedir.

2.9 AKIM KONTROLLÜ ELEMANLAR:

Şalterin iletim süresi boyunca akım kontrollü elemanlar stasyonere (sabit) kontrol akımına ihtiyaç duymaktadırlar (şekil 2. 3).

■ Şekil 2.10 : Bir bipolar tranzistörün yapı - ve fonksiyon şeması



2.10 BİPOLAR TRANZİSTÖR (npn):

Bu tranzistör prensipte 2 n - iletken bölgeden oluşmaktadır. Bunlar aralarında bulunan p+ ile yüklenmiş bir tabaka bu 2 n iletken bölgeleri ayırmaktadır. Bu tabakaya potansiyel eşik de denilmektedir (şekil 2. 10).

Katod tarafındaki emiter elektron vericisi olarak görev yapmaktadır. Anod tarafındaki kollektör az yüklenmiştir ve kapama gerilimlerini almaya muktedirdir. Baz emiter'e karşın gerilim bakımından pozitif yapılırsa, elekt-

ronlar baz bölgesi içine ve içinden geçebilirler. Sonra elektronlar kollek-tör kısmındaki p - n jonksiyonundaki alan kuvveti tara-fından yakalanarak anoda ulaşılabilmektedir. Bazın p+ bölgesi elektronlar için "yabancı bir kısımdır". Bu yabancı bölgede elektronlar yeniden düzenleme ile yakalanabilmektedir. Bunun sonucunda emitter akımı anod akımından daha büyük olmaktadır.

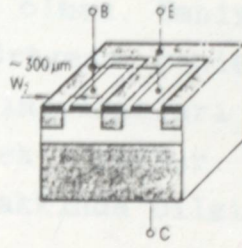
Bunların farkı baz akımına tekabül etmektedir ve bu akımda sabit olmalıdır. Eğer bir gerilim altında bulunan bir tranzistör ilettime sokulursa, bu durumda ilk önceleri bir elektron akımı akmaktadır. Bu olay yükte ve kolektör bölgesi direnci R_k 'da yeterince büyük bir gerilim düşümüne uygun olarak p - n geçişindeki potansiyelin düşmesine kadar ve p-n geçişindeki potansiyelin bazdan giren deliklerin kollektöre geçene ve iletkenlik değerini önemli ölçüde artırana dek sürmektedir.

Bipolar darlington tranzistörleri bu günlerde 1200 V ve 300 Amper değerlerine kadar 3 kHz 'lik anahtarlama frekansları için mevcuttur.

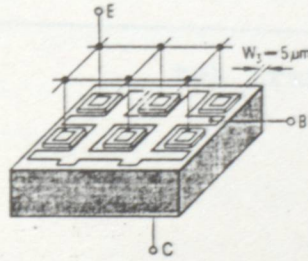
Yeni bipolar tranzistörlerin var oluş nedenlerini doğru değerlendirebilmek için eski bipolar tranzistörlerin yani parmak yapıya sahip bipolar tranzistörlerin (şekil 2. 11) zayıf noktalarına kısaca göz atmak gerekir.

Baz 'ın kontrolü bölge itibariyle emitter bölgelerinin altında akan akımlara sebebiyet vermektedir. Bu esnada değişik emiter bölgelerini, değişik güçte iletim ve kesim yönünde kutuplayan, gerilim düşümleri meydana gelmektedir. Bu nedenle potansiyel eşik homojen olmayan bir şekilde çalışmaktadır ve bu nedenle özellikle açma esnasında düğümlemeler ve konuma bağlı olarak akım yoğunluğunun artması ve ısının meydana gelmesine yol açmaktadır. Bunun sonucunda tranzistörlerin emniyetle çalışabilecekleri bölge

küçültülmektedir. Daha da küçültülen W_2 ölçüleriyle bu düğümleme etkileri genelde düşmektedir. Fakat W_2 herseyden önce istenildiği kadar küçük olamaz. Çünkü bu durumda tekrar parmakların uzunlama dirençleri rahatsız edici bir etki yaratmaktadır.



Şekil 2.11: Alışıl gelmiş bipolar tranzistörlerin parmak yapısı.



Şekil 2.12: Parmak yapı yerine karesel yüzük yapıyla üretilmiş bipolar tranzistör. 5 µm - genişliğindeki emiter yoluyla bozucu akım düğümlenmeleri önlenmektedir.

Şekil 2.12 bipolar tranzistörün yapı şemasını göstermektedir. Parmak yapı yerine karesel yüzükler emiter olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunların arasından kafes şeklinde baz kontaklarının metalleştirilmiş yörüngeler akmaktadır. Emiterler de ikinci bir düzlemde metalik olarak bağlanmıştır. Emiter genişliği sadece 5 µm değerindedir. Bu sayede düğümleme etkileri pratikte tamamen önlenmektedir. Baz derinliği 3 µm olarak çok küçüktür ve küçük kontrol yüklerine veyahutta yüksek kontrol hızlarına imkan

kılmaktadır. Düşük omajlı iki katlı metalleştirme nedeniyle bütün hücrelerin kontrol edilmesi senkronudur.

Bipolar tranzistörler teknolojisinin bu günkü durumunun kat kat üstüne çıkmaktadır ve yeni boyutlar açmaktadır. Bu hafıza ve anahtarlama süreleri için geçerlidir, bu esnada yüksek voltajlı - FET'lerle doğrudan bir mukayese hatalı olmaz. Emniyetli çalışma bölgesi kesim esnasında bir dörtgene genişletilmiştir (Şekil 2.13). Bu esna-da du/dt sınırlamaları mevcut değildir. Bu nedenle ek devrelere gerek yoktur. Tablo 1 mevcut bipolar tranzistörler hakkında bilgi vermektedir.

Bipolar Yüyük - Emiler Tranzistörler

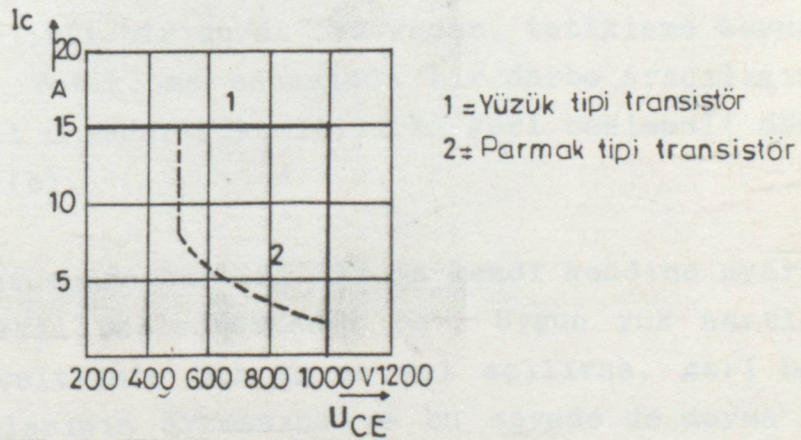
tip	tarifi	BUP 101	BSP 50 RB 100 E
Devre		tek tranzistör	iki tane üç - basamaklı - darlington tranzistörleri yarı köprü olarak serbest geçiş diyoduna sahip şekilde
Gövde		T0 - 218	izole edilmiş modül 94mm x 34mm x 30.4mm
maksimum kollektör akımı		10 A	2 x 50 A
Bağlanabilen gerilim		1000 V	1000 V
kullanılabilirlik		Müşteri örneği depodan	Laboratuar örneği

Tablo 2.1: Bulunan yüyük emilerli bipolar tranzistörler

2.11 TRİSTÖR

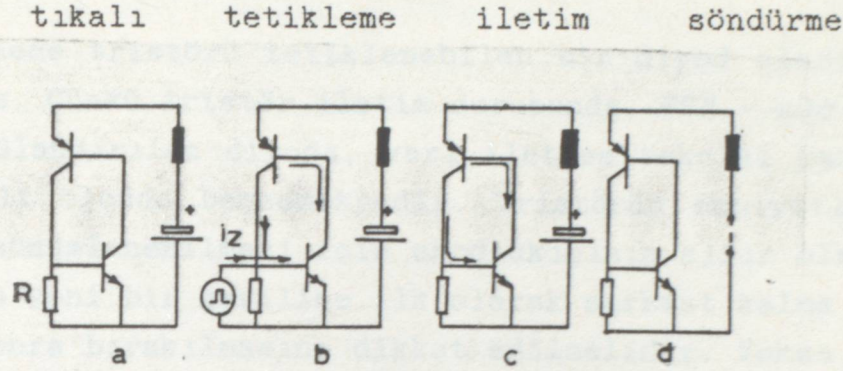
Akım kuvvetlendirmesinin yıkıma uğraması bipolar tranzistöre yaklaşık 1200 V 'da tıkama imkanına sınırlar koymaktadır. Güçlendirmenin artırılması için genelde pratikte uygulanan bir yöntem birlikte bağlamadır. Çıkış büyüklüğünün bir kısmı kontrol büyüklüğünün desteklenmesi için girişe verilmektedir. Yeterince büyük geri beslemeyle sistem devrilme karakterini kazanmaktadır. Tristör böyle bir sistemi ifade etmektedir ve gerçi akım devrilme anahtarı olarak.

Nisbeten küçük bir kontrol sinyali bile, bir devrilmeye neden olmaya ve tristörü tetiklemeye yeterli olmaktadır. Tristörü prensip bakımından öyle tasarlıyabilirizki giriş tarafından da sönmülenebilmektedir. Fakat tristör tasarımı sönmülemeyi anod akımının kesilmesi esnasında gerçekleştirilmesini öngörmektedir. Şebekede çalışılması esnasında bu otomatikman gerilimin sıfırdan geçmesinde oluşmaktadır. Doğru gerilim durumunda bu ters bir akımın zorlanmasıyla yapay olarak elde edilmektedir (zorunlu komütasyon).



Şekil 2.13: Bipolar tranzistörlerin çalışabildiği emniyetli çalışma bölgesi yüsük emiterli bipolar tranzistörlerde önemli ölçüde genişletilmiştir. Bu emniyetli çalışma bölgesinde bipolar tranzistörler arızasız çalışabilmektedir.

Şekil 2.14: Bir tristörün anahtarlama peryodu



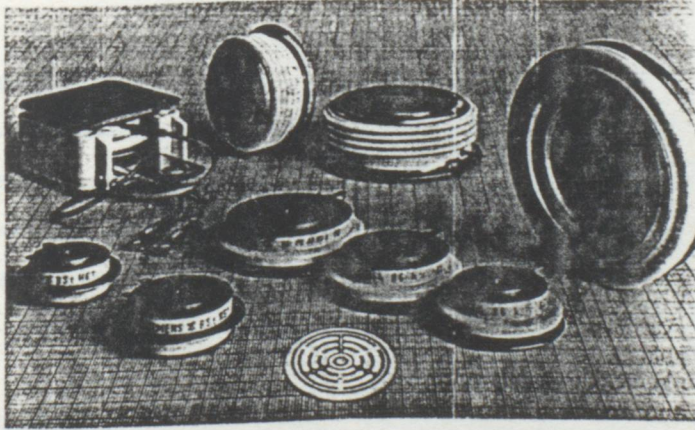
Yarı iletken olarak tristör 4 tabakalı bir elemandır. Eşdeğer devresinde onu bir npn ve pnp tranzistörüyle göstermek mümkündür. Bunlarda geri beslemeli bir döngüyü oluşturmaktadır (şekil 2. 14). Kesimde olan bir tristör, tranzistör bileşenlerinin bir baz akımını iletmediği ve tıkalı olması (a) şeklinde tarif edilmektedir. Bunu emniyet altına almak için, yapı bakımından npn tranzistörünün baz ve emiteri arasında omik bir bağlantı vardır. R öyle tasarlanmıştır ki, tıkama akımları olduğu gibi kaydırma akımlarında, belirli bir du/dt 'ye kadar, tetikleme meydana gelmemektedir. Tetikleme esnasında bir darbe aracılığıyla baz potansiyeli o kadar yükseltilir ki geri beslemeli döngü işleme girsin (b).

iletim durumunda her iki baz da kendi kendine uyartım nedeniyle sürekli beslenmektedir (c). Uygun yük şartları nedeniyle yükseltilmiş bir akıma yol açılırsa, geri besleme baz akımlarının artmasına ve bu sayede de doyma halinden ayrılmaya karşı gelinmektedir (doyma bölgesinde tutulmaktadır). Aynı nedenlerden dolayı tristör akım taşıma imkanının yok olmasından, artırılmış kapama imkanında, belirli dereceye kadar muaf dır. Bu nedenle tristör ideal yüksek gerilim şalteridir. Anod akımı sıfır olursa,

baz akımları da buna uygun sıfır olmaktadır ve tristör tı-
kamaktadır (d).

Böylece tristörü tetiklenebilen bir diyod olarak gö-
rebiliriz. Çünkü tristör iletim durumunda, PSN - güç diodu
olarak adlandırılan diyoda, yarı iletken tekniği bakımın-
dan önemli ölçüde benzemektedir. Tristörün emniyetli bir
şekilde sönmülenebilmesi için anod akımının sıfır olmasın-
dan sonra yeni bir gerilime ilk olarak serbest kalma süre-
sinden sonra bırakılmasına dikkat edilmelidir. Yoksa hata-
lı bir tetikleme meydana gelir. Serbest kalma süresi
azınlık taşıyıcıların ömrüyle doğrudan ilgilidir. Bu ömrün
yatay olarak azaltılması mümkündür. Fakat bu esnada her-
şeyden önce iletim gerilimi yükseltilmektedir. Böylece
tristör içinde dinamik ve geçirme özelliklerin birbiriyle
tümleyen bir ilişkide olduğu geçerli olmaktadır.

Şekil 2.15: Tetikleme güçlendiricisine sahip disk
tristörü-nün parmak yapısı, komple tristörler



Buna uygun şekilde yavaş, şebeke denetimli uygulama-
lar ve yüksek anahtarlama frekansları için frekans tris-
törleri denilen çeşitler mevcuttur.

Eğer tristör tetiklenirse, bütün yüzey üzerinde ile-
tim hali senkron olarak oluşmamaktadır. Bunun aksine ile-

tim hali sonlu bir sürede genişlemektedir. Buna uygun olarak güvenilir akım taşıma imkanı ilerlemektedir. Eğer dışardan daha hızlı bir akım yükselmesi zorlanırsa, tristör zarar görebilir. Tetiklemenin dağılmasının homojenlendirilmesi için entegre tetikleme güçlendirmeleri -yapıları kullanılmaktadır. Kesme imkanının aşılması esnasında tristörde hızlı bir delinme akımı oluşmaktadır. Bu delinme akımı tristörü başının üzerinde tetiklemektedir.

Tablo 2.2: Modern tristörlerin güç kapasitesi

karakteristik değerler		sebeke tristörleri		frekans tristörleri	
		R68H	R68L	Q63	P49
En yüksek pozitif veya negatif per- yodik kesme gerili- minin tepe değeri	V	4200	3200	2000	900
iletim gerilimi	V	2.3	1.7	2.5	2.5
Efektif akım sınırı	A	1250	1570	1300	1100
Kritik gerilim yükselme hızı Sıkr	V/ μ s	1000	1000	1000	500
Serbest kalma süresi t_q	μ s	430	350	50	10
Kritik Akım yükselme hızı Sıkr	A/ μ s	50	50	200	200

Tristörün gelişme durumları hakkında Tablo 2.2 bilgi vermektedir. Büyük tristörler disk şeklinde üretilmektedir (şekil 2.15). Gerekli yüksek akım bağlantıları ve gerekli ısının - absorpsiyonu tristörün yapı şekline yüksek şartlar öngörmektedir. Modern üretimler baskı kontakları ya-pılmak suretiyle üretilmektedir.

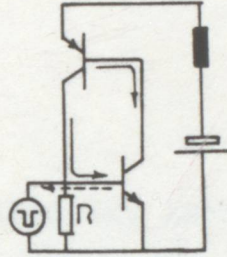
2.12 Kesime Sokulabilen Tristör (GTO):

Tristörün kapıdan kesime sokulabilmesi için intern yanı iç kısımda geri beslenen npn tranzistörünün baz akımının uygun büyüklükte bir negatif kontrol akımı sayesinde, üstesinden gelinmesini gerektirmektedir (şekil 2.16). Baz akımının anod akımıyla birlikte artmasından dolayı kontrol kısmının akım verimliliği ön görülen maksimum anod akımına uymak zorundadır. GTO 'da mümkün olduğunca yüksek olan bir kesme güçlendirilmesine ulaşılacak istenmektedir. En azından 5 katına. Çünkü burada geri besleme katı sayısının azaltılması gerektiğinden, tipik tristör özellikleri daha az belirginleşmektedir. Bu nedenle GTO 'da problem çalışma parametrelerinin yeterince hassas ve doğrulukla üretim esnasında kopya edilmesi (reproduksiyon) ve optimal kompromis veya anlaşılıyla oluşmaktadır. Kesme akımı sadece npn - tranzistörünü doğrudan ilgilendirmektedir. pnp tranzistörünün kesmesi rekombinasyon (tekrar terkip edilmesiyle) yolunda oluşmaktadır. Bu esnada tipik bir akım kuyruğu oluşmaktadır. Bunu küçük tutmak için taşıyıcı ömrü azaltılmaktadır ki bu esnada iletim kayıpları artmaktadır.

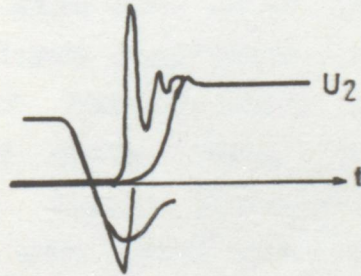
Duruma göre sunulan tıkama akımı yeterli olmamaktadır ve GTO daha da iletimde kalmaktadır. Bu eğer, anod akımı şartlara bağlı olarak anod akımı çok yükselirse oluşmaktadır (örneğin kısa devre) veya kesme güçlendirilmesi rahatsız edici etkenler nedeniyle örneğin du/dt , sıcaklık v.s. gibi düşmüş ise. Burada GTO 'larda olan temel bir problem

bulunmaktadır. Bilhassa eğer kısa devre gibi arıza durumlarının ortadan kaldırılması veya kontrol altına alınması istenildiğinde bu problem dahada belirginleşmektedir.

Şekil 2.16: GTO 'nun kapatılması esnasın da dışardan uygulanan kapama akımı npn - tranzistörünün baz akımını aşmak zorundadır. Bu başarılmazsa GTO açık kalır.



Şekil 2.17: Komütasyon esnasında geri akan Q_{rr} yükü anahtarlama kayıplarına yol açmaktadır. Diyodun " yumuşak " kop-ması rahatsız edici aşırı gerilimleri önlemektedir.



Pozitif geri beslenen bi polar sistemlerden GTO 'ların du/dt arızalarına karşı hassasiyetleri genelde bipolar tranzistörünkinden daha fazladır. Bu nedenle dikkatlice tasarlanan boşalma devreleri ve kontrol devreleri büyük önem taşımaktadır ki bu devreler üreticinin şartlarını sağlamak zorundadırlar. GTO önemli bir yapı elemanıdır. Tranzistörler için akım kuvvetlendirmesinin bozulduğu ge-

rilim bölgesinde GTO 'lar tek tamamen kontrol edilebilen elemandır. Bu gerilim bölgesinde tranzistörlerin çalışması söz konusu değildir. Fakat enjektör - FET GTO 'nun bazı sahalarına girebilmesi mümkündür. GTO 'lar küçük güçlerde olduğu gibi büyük güçlü bölgelerde de kullanılmaktadır. Büyük güçlü alanlarda GTO 'lar yaklaşık 4500 V, 2000 A ve 250 - 500 Hz arasındaki anahtarlama frekanslarına ulaşılmıştır.

2.13 Diyodlar

Diyod yöne bağlı iki kutuplu bir anahtardır. Diyodun ileri doğru iletim imkanı bir pn jonksiyonunda her iki polaritenin diffuzyon akımlarına dayanmaktadır. Diyod ilk olarak artık yüklerin genelde ortadan kaldırıldıktan sonra gerilim taşıyabilir. Inverterde bu olay serbest geçiş akımının zorunlu yön değiştirmesinden sonra oluşmaktadır. Yani şekil 2.1 'de S₂ anahtarının kapanmasından sonra.

Bu esnada akan geri dönüş yükleri Q_{rr} (şekil 2.17) karakteristik diyod komütasyon kayıplarına neden olmaktadır. Azınlık taşıyıcıların ömrünü azaltan önlemler saye-sinde geri dönüş yükleri azaltılabilir. Bu esnada, fakat, iletim kayıpları şüphesiz artmaktadır. Diyodun tıkama gerilimini üzerine aldığı zaman sönen bir geri dönüş akımı akmaya devam etmektedir. Bunun karakteristiği duruma göre endüktif aşırı gerilimler için esas olandır ki bu karakteristik "yumuşak" bir eğriye sahip olmalıdır (soft recovery = yumuşak iyileşme). Bu endüktif aşırı gerilimler diyoda ek bir yük teşkil etmektedir.

Artan gerilimle ve artan anahtarlama frekansıyla birlikte serbest geçiş diyodunun, bir inverterin verimliliği ve güç sınırı için, taşıdığı anlam hızla artmaktadır ve duruma göre karar taşıyıcı olabilir.

3. DEVİR SAYISI AYARLANABİLEN TAHİRİK SİSTEMLERİ İÇİN ÜÇ FAZLI ALTERNATİF AKIM MOTORLARI

Devir sayısı ayarlanabilen üç fazlı tahrik sistemlerinde üç fazlı senkron ve asenkron makinelerin tüm türleri kullanılmaktadır.

Bunlar:

- Sincap kafesli üç fazlı asenkron motor
- Üç fazlı bilezikli asenkron motor
- Sürekli mıknatis uyartımlı senkron motor
- RG - uyartımlı senkron motor
- Relüktans motor

Bu üç fazlı alternatif akım makineleri ara devreli inverterler veya direkt inverterler üzerinden beslenmektedirler. Devir sayısını ayarlıyarak çalıştırılmak için özel durumlarda üç fazlı alternatif akım makineleri üç fazlı akım ayarlayıcıları üzerinden de beslenmektedirler.

Motorlar çalışırken doğrultucular üzerinden beslenmektedir. Bu nedenle motorlara sinüs şeklinde olmayan gerilim veya akımlar verilmektedir. Bu nedenler motorları ek zorlamalara maruz bırakmaktadırlar. Motorların projelendirilmesinde bunların dikkate alınması zorunludur.

Bunun dışında doğrultucu ile çalışmada motorlar çalışma özelliklerini de değiştirmektedirler.

3.1 Sincap Kafesli Üç Fazlı Asenkron Motor:

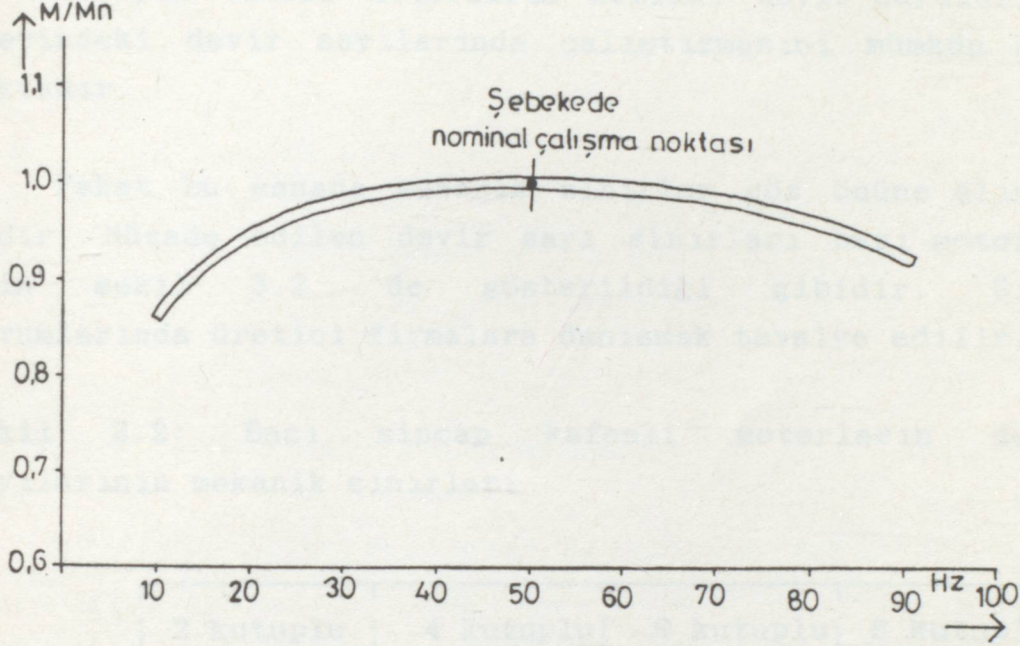
En çok tanınan elektrik motorlardan olan sincap kafesli üç fazlı asenkron motor şebekeden beslenerek çalıştırılmak üzere planlanmıştır. Bu tip motorların mümkün olan en büyük güçlerde yardımcı yolalma devresi kullanmaksızın doğrudan şebekeye bağlanabilmesi için yüksek değerlerde bir dağılma reaktansı ile üretilmektedirler.

Duruş vaziyetinde yeterince büyük bir yolalma momentini elde edebilmek için rotor yani rotorun oluk şekilleri uygun bir akım yayılma etkisini oluşturabilecek şekilde seçilmiştir.

Bu tip normal sincap kafesli motorlar (normal motorlar = standart motorlar) doğrultucular üzerinden devir sayısı ayarlanır şekilde çalıştırılırsa aşağıdaki ek zorlamalar meydana gelmektedir.

1. Motor miliyle birlikte dönen fanın (vantilatörün) soğutma etkisinin düşük devir sayılarında azalması.
2. Devir sayısı arttığından 50 Hz 'in üzerindeki frekanslarla çalışıldığında vantilatörün soğutma etkisi artmaktadır. Fakat bu olay yüksek frekanslarda ortaya çıkan yüksek değerlerdeki demir kayıplarını tamamen karşılamaya yetmemektedir.
3. inverter çıkış gerilim veya akımlarının üst titreşim kısımlarının artması nedeniyle makinede kayıpların artmasına yol açılmaktadır. Bu ek zorlamalar nominal döndürme momentin belirli ölçülerde azaltılmasını gerektirmektedir.

Buna rağmen büyük bir devir sayısı ayarlama aralığı üzerinde gerekli olan döndürme momenti azalması nisbeten azdır (Bknz. şekil 3.1).



Şekil 3.1: Üç fazlı standart motorların inverterlerle çalıştırılması halinde müsaade edilen döndürme momenti eğrisi

Bu nedenle dışardan soğutmalı bir motoru kullanmak faydalı değildir. Bunun yerine bir büyük güçteki motoru kullanmak daha ucuz olmaktadır.

Devir sayısıyla birlikte azalan bir döndürme momenti karakteristiğine sahip uygulamalarda döndürme momentinin azaldığı düşünülmemelidir. Örneğin pompalar ve havalandırma cihazlarında ($M_a \approx n^2$) döndürme momentinde bir azalma oluşmamaktadır.

Sabit momente sahip olan tahrik sistemlerinde gerekli olan azaltma azaltma eğrisinden doğrudan okunulmalıdır (şekil 3.1).

Motorların frekans dönüştürücüler üzerinden beslenerek çalıştırılması halinde esasen motorların 50 Hz'in üzerindeki frekanslarda çalıştırması imkanı bulunmaktadır. Bu da tipik olarak motorların nominal devir sayılarının üzerindeki devir sayılarında çalıştırmasını mümkün kılmaktadır.

Fakat bu esnada mekanik sınırlar göz önüne alınmalıdır. Müsade edilen devir sayı sınırları bazı motorlar için şekil 3.2'de gösterildiği gibidir. Sınır durumlarında üretici firmalara danışmak tavsiye edilir.

Şekil 3.2: Bazı sincap kafesli motorların devir sayılarının mekanik sınırları

2 kutuplu		4 kutuplu		6 kutuplu		8 kutuplu	
n	f	n	f	n	f	n	f
—	—	—	—	—	—	—	—
dk ⁻¹	Hz	dk ⁻¹	Hz	dk ⁻¹	Hz	dk ⁻¹	Hz
6000	100	3600	120	-	-	-	-
6000	100	3600	120	3000	150	-	-
5600	90	3600	120	3000	150	2400	160
4800	80	3600	120	3000	150	2400	160
5700	95	4200	180	4200	210	4200	280
4800	80	4800	160	4800	240	4800	320
4500	75	4500	150	4400	220	4400	293
3900	65	3700	123	3700	185	3700	247
3600	60	3000	100	3000	150	3000	200
3600	60	2600	87	2600	130	2600	173
3600	60	2200	73	2200	110	2200	147

2 kutuplu		4 kutuplu		6 kutuplu		8 kutuplu	
n	f	n	f	n	f	n	f
—	—	—	—	—	—	—	—
dk ⁻¹	Hz	dk ⁻¹	Hz	dk ⁻¹	Hz	dk ⁻¹	Hz
3000	50	1800	60	1800	90	1800	120
3000	50	1800	60	1800	90	1800	120

3.2 Üç Fazlı Bilezikli Asenkron Motor:

Üç Fazlı Bilezikli Asenkron motorun devir sayısını ayarlıyarak çalıştırabilmek için ya motorun rotor devresine akım ara devreli inverteri bağlanır yada motorun besleme hattına üç fazlı akım ayarlayıcısı bağlanır.

Bahsedilen ilk bağlama çeşidi " senkron altı doğrultucu kaskad bağlama " çeşididir. Senkron altı doğrultucu kaskadında bir inverterle motorun rotoruna zıt bir gerilim bağlanmaktadır. Bu zıt gerilim kademesiz bir şekilde ayarlanabilmektedir. Bu gerilim sayesinde motorun ilgili çalışma durumunda kendiliğinden bir devir sayısı ayarlanmaktadır. Motorun o anki devir sayısında motorun rotorunda inverter ters gerilimiyle dengede bulunan bir gerilim endüklenmektedir. Bu tahrik düzeni taslağı düşük gerilimli motorlarda olduğu gibi yüksek gerilimli motorlar içinde uygundur.

Rotor devresinde bulunan doğrultucu sayesinde rotor akımı sinüs şeklinde değildir. Doğrultucudan kaynaklanan harmonik kayıplar nedeniyle döndürme momentinin azaltılması zorunlu olmaktadır.

Devir sayısı ayarlama aralığına ve iş makinesinin yük karakteristiğine bağlı olarak döndürme momentindeki bu azalma nominal döndürme momentin 10 % ila 30 % arasında değişmektedir. Bu günlere kaadar senkron altı doğrultucu kaskadları yaklaşık 20 MW 'lık güçlere kadar gerçekleştirilmiştir.

Bilezikli asenkron motorun üç fazlı akım ayarlayıcısı üzerinden beslenmesi halinde stator geriliminin azaltılmasıyla makinedeki akı azalmaktadır. Bunun sonucunda kayma değerinde bir artış meydana gelmektedir. Bu nedenle de devir sayısı düşmektedir ve yüksek değerlerde kayma kayıpları oluşmaktadır.

Motorun rotor devresine sabit değerlerde dirençler eklemek suretiyle motorun devir sayısı döndürme momenti karakteristiğinin olumlu yönde değiştirilmesi ve yüksek değerlerdeki kayma kayıplarının büyük bir bölümünün makinenin dışında meydana gelmesi sağlanabilmektedir. Bu bilezli asenkron motorların avantajlarındanıdır.

Toplam kayıpların yüksek olması nedeniyle bu tip tahrik elemanları kısa süreli çalışmanın olduğu durumlarda anlamlı bir şekilde kullanılmaktadırlar (örneğin vinçlerde ve gezer palangalarda).

Bütün elektrik motorlarının devir sayısı ayarlanır bir şekilde çalıştırılmaları mümkündür.

Özet:

avantajları:

■ devir sayısının geniş bir ayar aralığında kademesiz olarak ayarlanması imkanı

- üç fazlı alternatif akım makinelerinde kullanılan inverterlerin yüksek çıkış frekansları sayesinde yüksek devir sayılarına erişme imkanı
- Şebekede çalışmaya nazaran daha yüksek devir sayılarına çıkıldığından daha yüksek güç yoğunluğu.
Çünkü $(P = Ma \cdot n)$ dir.
- devir-sayısının yüksek bir hassasiyetle ayarlanması imkanı
- fırçasız makinelerin kullanması sayesinde bakımsız çalışma imkanı
- değişik tahrik elemanı çeşitlerinden dolayı değişik teknik şartlar için yüksek bir verimlilik sağlanmaktadır.

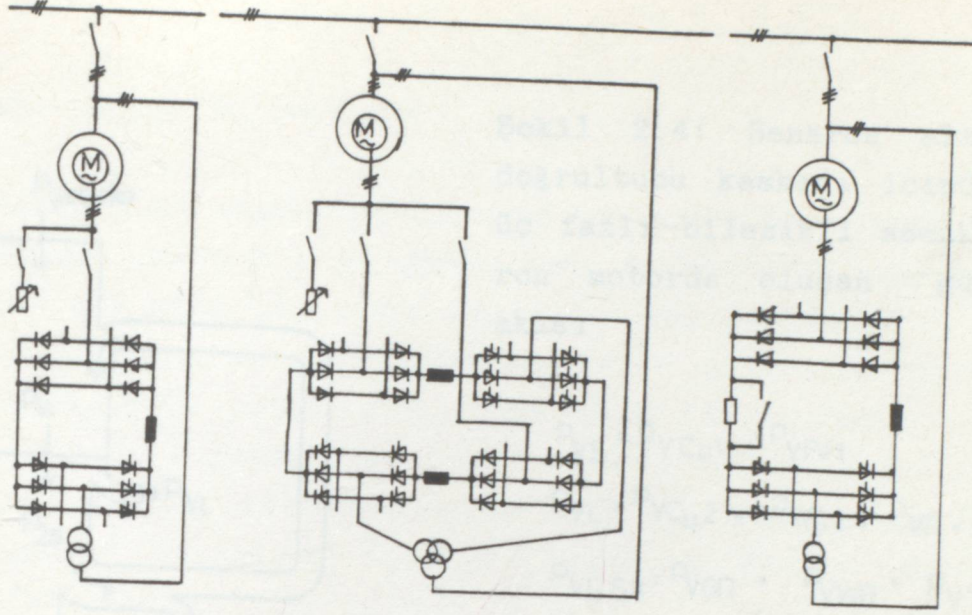
4. SENKRON ALTI DOĞRULTUCU KASKAD BAĞLAMA

Senkron altı doğrultucu kaskadı devir sayısı ayarlanabilen bir üç fazlı alternatif akım tahrik elemanıdır. Senkron altı doğrultucu kaskadında üç fazlı bilezikli asenkron motorun devir sayısı motorun rotor devresine bağlanan ara devre inverteri üzerinden kayıpsıza yakın bir şekilde ayarlanmaktadır.

Günümüzde senkron altı doğrultucu kaskadları ağırlıklı olarak 1 MW ila 20 MW arasındaki güçlerde kullanılmaktadır. Bu nedenle motorlar yüksek gerilim motorlarıdır ve bu motorlar stator tarafından doğrudan şebekeye bağlanmaktadır.

Senkron altı doğrultucu kaskadı tek bölgeli çalışmanın tipik bir örneğidir (tek dönüş yönünde ilerleme). Diğer devir sayısı ayarlanabilen tahrik sistemlerinden farkı sadece elektrik kayma gücünün inverter üzerinden kontrol edilmesi dir. Bu sayede diğer tahrik sistemlerinden ayırt edilmektedir. Burada kayma gücü devir sayısı ayar aralığına ve motorun döner alan gücüne bağlıdır. Bu nedenle senkron altı doğrultucu kaskadı özellikle küçük bir devir sayısı ayar aralığının istendiği durumlarda avantajlı bir şekilde kullanılabilir-mektedir (örneğin pompalar ve vantilatörlerde istendiği gibi).

Şekil 4.1 'deki basit temel devrenin yanında özel durumlarda bu devrenin dönüştürülmüş şekilleri kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları şekil 4.2 ve şekil 4.3 'de gösterilmiştir. Basit temel devrede dirençli yol verme elemanı bulunmaktadır.



o Şekil 2.1

Senkron altı doğ-
rultucu kaskadı
temel devresi

o Şekil 2.2

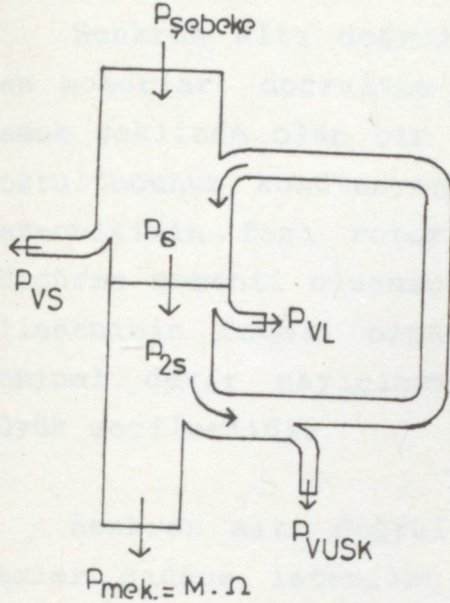
Ayar aralığını
otomatik olarak
ayarlıyan senkron
altı doğrultucu
kaskadı

o Şekil 2.3

Şebeke arızala-
rında ve şebeke
bağlantı deği-
şiklerinde koru-
maya sahip devre

4.1 Çalışma Şekli:

Üç fazlı bilezikli asenkron motor şebekeden bir aktif güç almaktadır. Şebekeden çekilen aktif güçten stator kayıplarını düşersek hava aralığı üzerinden rotorda endüklenen gücü elde ederiz (şekil 2.4). Rotor kayıplarının düşülmesinden sonra güç aşağıdaki gibi dağılmaktadır: Devir sayısı ile orantılı olan kısım motorun milinden mekanik güç olarak verilmektedir; kaymayla orantılı olan kısım (kayma gücü) elektriksel güç olarak bileziklerden alınmaktadır ve inverter üzerinden tekrar üç fazlı şebekeye verilmektedir. Bu tür tahrik elemanı şebekeden yalnızca motorun milinden verilen mekanik gücü ve kayıp gücün toplamını çekmektedir.



Şekil 2.4: Senkron altı doğrultucu kaskadı içinde üç fazlı bilezikli asenkron motorda oluşan güç akışı

$$P_{VS} = P_{VCu1} + P_{VFe1}$$

$$P_{VL} = P_{VCu2} + P_{VFe2} + P_{Vn} + L$$

$$P_{VUSK} = P_{VGR} + P_{VWR} + P_{VTR}$$

P_{seb} Alınan güç

P_{mek} Mekanik güç

P_{sk} Stator kayıp gücü

P_s Döneralan gücü

P_{rk} Rotor kayıp gücü

P_{2s} Kayma gücü

Şekil 2.1 'deki inverterde kontrolsüz doğrultucu üç fazlı bilezikli motorun rotorunda endüklenen rotor gerilimini (frekansı $f_2 = s \cdot f_1$) bir U_a doğru gerilimine dönüştürmektedir. Bu esnada rotor gerilimi ve U_a doğru gerilimi birbiriyle doğrudan bağlantılıdır. Aralarındaki bu orantı doğrultucu devresiyle belirlenmektedir. inverter şebeke geriliminden U_{aa} doğru gerilimini üretmektedir. Bu gerilim doğrultulmuş rotor gerilimi U_a 'ye zıt yöndedir. Ters gerilim U_{aa} 'nın büyüklüğü inverterin uygun tetiklenmesiyle kademesiz bir biçimde ayarlanabilmektedir.

Üç fazlı bilezikli asenkron motoru doğrultulmuş olan rotor gerilimi (U_a) ve buna zıt olan gerilim (U_{aa}) 'nın ortalama değerlerinin eşit olduğu devir sayısına ayarlanmaktadır.

4.2 Boyutlandırma Talimatları:

Senkron altı doğrultucu kaskad bağlamasında kullanılan motorlar, doğrultma ve filtreleme işlemi neticesinde yamuk şeklinde olan bir rotor akımıyla yüklenmektedirler. Doğrultucunun komütasyonu sayesinde rotor akımının temel harmoniğinin fazı rotor gerilimine göre kaydırılmıştır. Döndürme momenti oluşumu için sadece rotor akımının aktif bileşeninin önemli olmasınedeniyle motorun nominal gücü nominal devir sayısında istenilen mekanik güçten daha büyük seçilmelidir.

Senkron altı doğrultucu kaskadında kullanılan inverterler sadece istenilen devir sayısı ayar aralığı için projelendirilmektedir. Buna karşın tahrik elemanının devir sayısı ayar aralığının en alt devir sayısına kadar yol alması yolalma dirençleri üzerinden gerçekleştirilmektedir. Fakat bu yol alma dirençleri sadece kısa süreli çalışma için uygundur ve bu nedenle de ucuzdurlar.

Doğrultucu, devir sayısı ayar aralığının en düşük devir sayısında mümkün olan maksimum rotor gerilimini oluşturacak şekilde projelendirilmektedir. Aynı zamanda en yüksek motor döndürme momentini sağlamak amacıyla da mümkün olan en yüksek rotor akımını oluşturacak şekilde boyutlandırılmaktadır.

Üç fazlı alternatif akım kısmındaki inverter geriliminin mevcut olan şebeke gerilimiyle uyumlaştırılması bir transformatör üzerinden gerçekleştirilmektedir. Kusursuz bir inverter çalışmasının sağlanabilinmesi için, transformatörün diyod kısmındaki gerilimi en azından düşük devir sayısındaki rotor geriliminden 15 % daha büyük olmalıdır.

Doğrultulmuş rotor gerilimi U_a ile şebeke geriliminin

kesilmesiyle inverterde elde edilen U_{aa} ters geriliminin ani değerleri arasında farklar bulunmaktadır. Bu fark gerilim doğru akım devresinde bulunan filtre bobininin üzerine dűsmektedir. Tahrik elemanının ayarlama aralığında doğru akımın kesilmesinin önlenebilmesi ve gerilim farkı nedeniyle ortaya çıkan doğru akım dalgalanmalarının çok büyük olmaması için filtre bobinlerinin endüktansları uygun seçilmelidir.

Rotor geriliminin ayarlama aralığına bağlı olan değeri ve bununla birlikte de inverter gerilimin değeri sayesinde inverterin nominal gücü her zaman motorun nominal gücünden daha küçük olmaktadır. Bu durum řu ana dek kullanılan ayarlama aralığı 1 : 3 olan inverterlerde ortaya çıkmaktadır.

4.3 Ayarlama ve Kontrol:

Pratikte senkron altı doğrultucu kaskadının ayarı bir bölgeli tahrik sisteminin ayarına benzemektedir. Yani akım ayarlama esasına dayalı devir sayısı ayarlamasına benzenmektedir.

Akımın ayarlanması akımı sınırlandırmak anlamına gelir ve bu nedenle de motor momenti müsade edilen değerde sınırlandırılmaktadır. Devir sayısı bir tako jeneratörle belirlenmektedir. Eğer devir sayısının olması gereken değeri yükseltmek isteniyorsa inverterde oluşan ters gerilim U_{aa} 'nın değeri düşürülür. Bu durumda tahrik elemanı yeni devir sayısında kararlı bir durum oluşana kadar hızlanmaktadır. Devir sayısının olması gereken değeri azaltılmak istendiğinde devir sayısının düşürülmesi y k üzerinden sağlanmaktadır.

4.4 Senkron Altı Doğrultucu Kaskad Bağlantılarını Özel Tasarımları:

Senkron altı doğrultucu kaskadının temel devre tasarımı altı darbeli bir doğrultucu ve altı darbeli bir inverterden ve yol alma için konulan yol alma dirençlerinden oluşmaktadır. Bunun yanında tahrik sistemlerinde karşılaşılan değişik şartlar için tasarlanmış olan bir dizi değişik devre tasarımları mevcuttur. Örneğin bu tip devre-ler aşağıda sıralanmış olan özel şartlara dayanabilecek şekilde tasarlanmaktadır.

- tahrik elemanının yük karakteristiğiyle mükemmel bir uyum için de olması için
- kullanılabilirliğin veya verimin artırılması için
- şebekeye olan etkilerin azaltılması veya kısa süreli elektrik kesilmelerinde veya besleyen şebekenin değiştirilmesi durumlarında tahrik elemanının çalışmaya devam etmesini sağlamak için

4.4.1 Ayar aralığını otomatik olarak ayarlıyan senkron altı doğrultucu kaskadı

Pompa ve vantilatör gibi tahrik elemanlarında döndürme momenti devir sayısının karesiyle orantılı olmaktadır. Bu gibi tahrik elemanlarında inverter devresi düşük devir sayılarında yüksek bir gerilim ve düşük bir akımla yüklenmelidir. Buna karşın inverter devresi yüksek devir sayılarında yüksek bir akım ve düşük bir gerilimle yüklenmelidir. Ayar aralığını otomatik olarak ayarlıyan senkron altı doğrultucu kaskadlarında doğrultucu ve inverter kısımlarının herbiri iki tane kısma parçalanmıştır ve

bu sayede istenilen davranış şekli elde edilmektedir (şekil 4.2). Bu parçalanmış doğrultucu kısımlarının her biri istenilen devir sayısına bağlı olarak ya paralel yada seri olarak çalıştırılmaktadırlar. Devir sayısının yüksek olduğu üst ayar sahasında bahsedilen doğrultucu kısımları paralel bağlanmaktadır. Buna karşın devir sayısının küçük olduğu alt ayar sahasında bu doğrultucu kısımları seri bağlanmaktadır. Bu esnada doğrultu kısımlarından sadece birisi devir sayısı ayar sahasının alt sınırında oluşan rotor gerilimine göre boyutlandırılmaktadır. Böylece örneğin bu durumda her iki inverterde sadece yarı gerilim ve yarı akım değeri için boyutlandırılmaktadır. Temel devreye karşın bu düzenleme büyük güçlü tahrik sistemlerinde doğrultucu kısmında önemli bir masraf azalması avantajını sağlamaktadır. Diğer bir avantajıda kör güç gereksiniminin azalmasıdır.

4.4.2 Kullanılabilirliğin ve verimin artırılması için özel devre tasarımı:

Bahsedilmiş olduğu gibi senkron altı doğrultucu kaskadlarında inverterler sadece istenilen ayar sahası için boyutlandırılırsa ve devir sayısının alt sınırına kadar yol alma yol alma dirençleri üzerinden yapılırsa senkron altı doğrultucu kaskadları çok ucuz bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Dirençler termik bakımdan sadece yol alma şartlarına göre boyutlandırılmaktadır.

Diğer doğrultucu yöntemlerine karşın senkron altı doğrultucu kaskadında tahrik elemanının devir sayısının ayarlanması için motorun stator sargıları doğrudan şebekeye bağlanmış olduğundan makinenin çalışması kesintisiz bir şekilde sürdürebilmektedir. Bunun için sadece aşağıda belirtilen kontrol önlemleri almak yeterli olmaktadır.

- o Arızanın tesbit edildiği anda makinenin rotoru inverterden ayrılır ve yol verme dirençlerine bağlanır. Bunun yanında yol verme dirençleri çok sayıda kademeli dirençten veya bir sıvı dirençten oluştuğu için devir sayısı tesbit edilmesinden sonra yol alma direnç kademesi ayarı ilgili kaskad devir sayısını takip ederek sürdürülebilir. Bu sayede devre değişikliklerinde devir sayısının düşmesi olmaz ve motor nominal devir sayısına kadar yol alabilir.

Bu gibi durumlarda pompa ve vantilatörlerde güç ayarlaması duruma göre mevcut bulunan mekanik yavaşlatma elemanlarıyla yapılabilir.

- o Eğer arıza durumlarında makinenin istenilen devir sayısında sabit olarak çalışması isteniyorsa direnç kademelerinin devir sayısını takip ederek ayarlanması ve inverter çalışmasından dirençli çalışmaya geçilmesi önceden bahsedildiği gibi yapılır. Bu durumda yalnızca yol alma dirençleri termik bakımdan sürekli çalışma hali için boyutlandırılır.

4.4.3 Şebeke arızalarında ve şebeke bağlantı değişikliklerinde korumaya sahip devre:

Kısa süreli yüksek gerilim düşümlerinin oluştuğu veya elektrik kesilmesi gibi durumlar meydana geldiğinde senkron altı doğrultucu kaskadların inverter kısımlarındaki sigortalar atabilir.

Bir arızanın oluşmasında akımın hızlıca sınırlanması ara devreye bir direncin bağlanması sayesinde sağlanır. Bu durumda sigortanın atmasına sebep olunabilir. Şalter olarak doğru akım hızlı - şalteri kullanılmaktadır (Şekil 3).

Bu devre düzeninde direncin iki görevi vardır. Birinci görevi yol verme direnci ikicisi ise koruma direnci dir.

Burada yol alma direnci inverterin ara devresine yerleştirilmiştir. Bu nedenle doğrultucu motorun rotor devresine doğrudan bağlanmıştır. Bundan dolayı doğrultucunun üç fazlı alternatif akım kısmı rotorda hareketsiz halde endüklenen gerilim baz alınarak boyutlandırılmaktadır.

Koruma direncinin seçimi tahrik elemanının duruş vaziyetinden inverter nominal gerilimiyle hareket ederek ayarlı bir biçimde yol almasını sağlayacak biçimde yapılmaktadır. Kaskad devir sayısının alt sınırına ulaşıldığında doğru akım hızlı - şalterin kapamasıyla birlikte kısa devre edilmektedir.

Özel ihtiyaçlardan dolayı, örneğin senkron altı doğrultucu kaskadının kazan besleme pompasının tahrikinde çalıştırılması halinde inverter kontrolü yardımıyla inverter arızalarının önlenmesi mümkündür. Bu gibi hallerde bir sinyal geldiğinde senkron altı doğrultucu kaskadı kazan besleme pompasına akuple edilir ve aynı zamanda inverterin kontrolü yapılır. Bununla kontrol kapatılmaktadır ve ara devre akımı sıfıra indirilmektedir.

Gerilimsiz duraklama esnasında devir sayısı en düşük kaskad devir sayısının altına inerse doğru akım hızlı - anahtarı açar ve tahrik elemanı yol almaya başlar. Gerilimin tekrar gelmesi halinde kontrol elemanı tekrar devreye sokulmaktadır. Böylece tahrik elemanının tekrar istenilen devir sayısına kadar yol alması mümkündür.

4.5 inverterin Yapısı

Standart düzenlemede güç elektronik düzen ihtiyaç duyulan yardımcı tertibatlarla birlikte dolaplar içine yerleştirilmiştir. Yardımcı tertibatlar ayarlama düzeni, kontrol düzeni, denetleme ve aşırı gerilim koruması gibi düzeneklerden oluşmaktadır. Yol alma direnci, ara devre bobini ve geri besleme transformatörü ayrı ayrı yerleştirilmelidir. Doğrultucu ve inverter köprüleri 600 mm geniliğinde bir dolap bölmesine yerleştirilmektedir. Dolabın üzerine yerleştirilmiş olan bir vantilatör sayesinde dolabın havalandırılması güçlendirilmiştir. ihtiyaç duyulan yüklemelere göre diyodlar (disk yapı şeklinde) ya tek katlı veya iki katlı yapı elemanlar olarak monte edilmiştir. Bu diyodlar soğutucu ve diyod yanında TSE - bağlamasını da içermektedirler. Tristörlerde bunun yanında darbe iletme tertibatı da bulunmaktadır. Yapı elemanlarının dolaptan tek tek çıkarılmaları mümkündür. inverter köprüsünün her tristörüne çok hızlı açan sigortalar bağlanmıştır.

Kullanılan diyod ve tristörler aşağıdaki yüklenmelere maruz bırakılabilir.

Nominal giriş gerilimi *

430 V

665 V

865 V

Nominal akımlar

680 A den 1540 A 'e kadar

680 A den 1434 A 'e kadar

680 A den 1220 A 'e kadar

* Nominal giriş gerilimi motorda oluşabilen maksimum rotor gerilimidir. Bu gerilim kaskad bağlamada devir sayısı

Bu veriler ile 3 MW 'lık tahrik güçlerine kadar senkron altı doğrultucu kaskadları kullanılabilmektedir. Diyod veya tristörlerin seri veya paralel bağlanması sayesinde bu değerlerin dahada artırılması mümkündür. Bu durumda diyod veya tristörler bir veya birkaç ek dolap bölmelerine yerleştirilmektedir.

Dolaplar izole edilmiştir ve bu sayede motorların rotorun duruş vaziyetinde ortaya çıkan 2.2 kV 'luk gerilim lere kadar çalıştırılabilinmektedir.

5 ŞEKER SANTRİFÜJÖRLERİ İÇİN DEVİR SAYISI AYARLANABİLEN ÜÇ FAZLI TAHRİK SİSTEMLERİ

Şeker santrifüjörlerinin görevi merkez kaç kuvvetini kullanarak Şeker kristallerini esas şuruptan ayırmaktır.

Devamlı sabit hızda çalıştırılan santrifüjörlere sürekli çalışan santrifüjörler denir. Buna karşın süreksiz çalışan santrifüjörler her bir proseste değişik devir sayıları ile çalışmaktadır. Bu sayede şeker kristalinin işlenmesi esnasında süreksiz çalışan şeker santrifüjörlerinde şeker kristalinin zedelenmesi önlenmektedir.

Bu arada dolum malzemesinin doldurulması 50 ila 300 devir/dak 'lık hızlar arasında gerçekleşmektedir. Santrifüj işlemi ise yaklaşık 1000 ila 1500 devir/dak 'lık hızlar arasında gerçekleşmektedir. Şeker tabakasının alınması işlemi ise 50 ila 150 devir/dak 'lık hızlar arasında yapılmaktadır. Çalışma devir sayılarının herbiri santrifüjörün markasına, dolum malzemesinin yapısına ve işlenecek olan malzemeye bağlıdır.

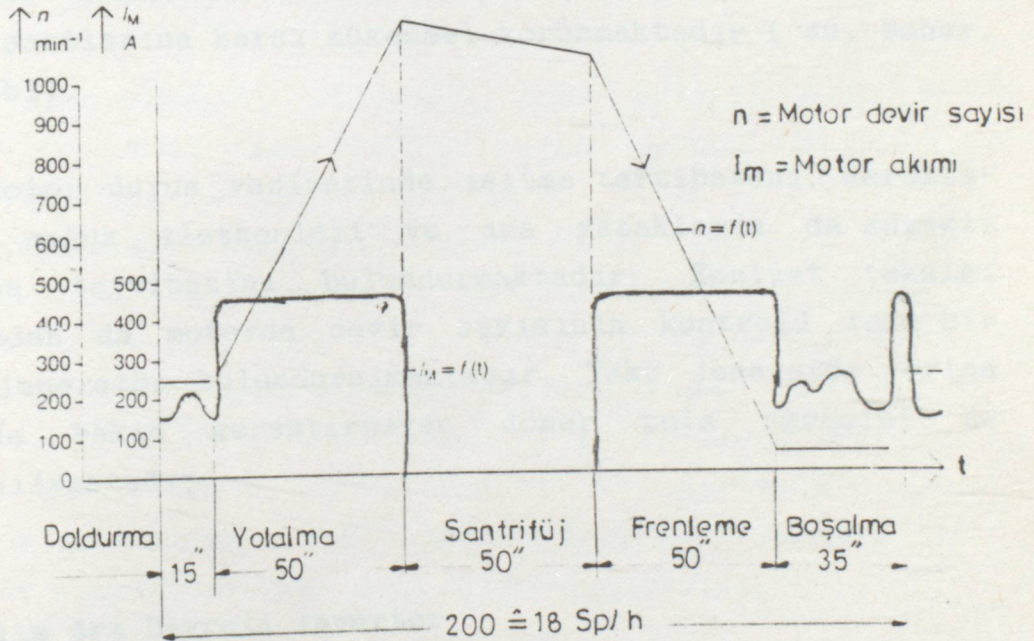
Santrifüjör tahrik elemanlarının gücü genelde kW mertebesinde olmaktadır. Santrifüjör tahrik elemanlarının gücü saat başına gerçekleştirdiği "oyun" cinsinden belirtilmektedir. Burada bir "oyun" doldurma, yolalma, santrifüj, frenleme, ve boşaltma işlemlerini kapsamaktadır. Çünkü bu tür ifade santrifüjör tesisinin güç kapasitesini daha iyi tarif etmektedir. Bir oyun akışını şekil 5. 1 göstermektedir.

Bugün piyasada bulunan en büyük santrifüjörler oyun başına ancak 2000 kg 'lık malzemeyi işleyebilmektedir.

Geçmişte kutup sayıları bir kaç kat değiştirilebilen üç fazlı sincap kafesli özel motorlar santrifüjör tahri-

kinde kullanılmaktaydı. Son senelerde ise daha çok açık veya kapalı doğru akım motorları kullanılmaktadır. Şeker santrifüjörlerinde kullanılan tahrik elemanlarının sağlanması gereken şartlar ağırdır. Bu nedenle bu tür tahrik sistemlerinde üç fazlı ayarlı tahrik elemanlarının kullanılması gün geçtikçe daha da artmaktadır. Bu şartlar bakım gerektirmemek, sağlamlık, yüksek dayanma süresi, kampanya esnasında süzülme çalışması, çalışma emniyeti v.s. gibi şartlardan oluşmaktadır. Ayrıca son zamanlarda düşmekte olan inverter fiyatları üç fazlı ayarlı tahrik elemanlarının kullanılmasına katkıda bulunmuştur.

Burada değişik inverter sistemleri arsından akım ara devreli inverter tercih edilmiştir. Çünkü bu tip inverterler şeker santrifüjör tahrikinde bize en fazla avantajları sunmaktadırlar.



Şekil 5.1: Üç fazlı santrifüjör tahrikinde oyun akışı

5.1 Motorlar

Bir santrifüjör tahrik elemanı olarak motorun görevi çok yüksek değerdeki bir atalet momentini mümkün olan en kısa sürede son hıza kadar yükseltmek ve sonra da tekrar frenlemektir. Bu esnada atalet momentinin değeri maksimum 1800 kgm^2 'e kadar çıkabilir.

Dolum ve boşaltma işlemleri sırasında motor yaklaşık olarak nominal momentin 20 % 'siyle yüklenmektedir. Buna karşın hızlandırma fazıyla frenleme fazları esnasında nominal momentin 1 ila 1.2 katına ihtiyaç duyulmaktadır. Burada kullanılan motor harici soğutması olmayan IP 54 veya IP 55 koruma sınıfından katalogdan seçilmiş standart motordur. Bu koruma sınıfından olması nedeniyle bu tip motorlar santrifüjör istasyonlarındaki müsait olmayan çevre şartlarına karşı mükemmel korunmaktadır (su, buhar, toz gibi).

Motor duruş vaziyetinde ısıtma tertibatını, sarımlarında soğuk iletkenleri ve ana yataklarda da sürekli yağlama tertibatını bulundurmaktadır. Emniyet tekniği açısından da motorda devir sayısının kontrolü için bir tako jeneratör bulundurulmaktadır. Tako jeneratör yerine bazende bakım gerektirmeyen döner puls vericisi de kullanılmaktadır.

5.2 Akım Ara Devreli Inverter

Şekil 1 'den de görülebileceği gibi santrifüjör iki bölgeyi bir çalışmayı gerektirmektedir. Bunun için teknik bakımdan basit olan ve fiyatı da düşük olan inverter prensibi seçilmiştir. Bu bir akım ara devreli inverterdir.

Bu esnada standart inverter dolapları kullanılmaktadır. Küçük devir sayılarıyla çalışmada bu inverter dolapları ek puls ilavesiyle donatılmaktadır. Bu puls ilavesiyle moment dalgalanmaları önemli ölçüde azaltılmaktadır ve sarsma zorlamaları ve kavrama aşınması önlenmektedir.

Santrifüj esnasında motor elektronik olarak devre dışı bırakılır ve akımsız çalışmaya başlar. Bu sayede motor ve nakil tertibatlarındaki (kablo, trafo gibi) kayıplar azaltılmaktadır. Santrifüjörlerin yüksek atalet momentleri nedeniyle akımsız çalışma esnasında devir sayılarında meydana gelen düşüş çok azdır. Bunu takip eden frenleme çalışması esnasında " yakalama devresi " denilen kontrol fonksiyonu sayesinde tahrik elemanı tekrar tamamen etkin hale gelmektedir.

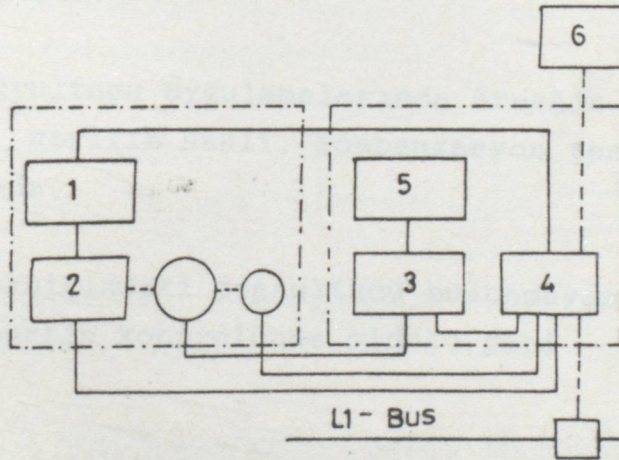
Bir santrifüjörün çalışması için gerekli olan ek fonksiyonlar özel santrifüjör yapı grubu üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bunlar şunlardır:

Değişik ayarlı hızlanma ve geri dönüş rampaları, tako uyumlaştırıcısı veya döner puls vericisi için F/U -dönüştürücüsü. Dolum - , ara santrifüj - , santrifüj - ve boşaltma devir sayıları olması gereken değer vericisi. Boşaltma - / dolum - devir sayısı, aşırı devir sayısı, frenleme devir sayısı denetlenmesi ve kontrolü için sınırdeğer bildiricisi. Devir sayısının olması gereken ve olan değer uyumlaştırıcısı gibi fonksiyonlardır.

Akım ara devreli inverterler 380 ve 660 V arasında geçerli olan tüm gerilimler için ihtiyaç duyulan güçlerde kullanıma hazır bulunmaktadır.

5.3 Kontrol

Santrifüjörün ve tahrik elemanının kontrol işlemi kuralda hafıza - programlanabilir kontrol düzeni üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu kontrol sistemi çok esnektir ve kullanıcı için çok yönlü olanakları sunmaktadır. Santrifüjörde kullanılan diyod ve tristörler gibi uc anahtarlar 24 V DC 'de olduğu gibi 220 V AC 'de de gerçekleştirilebilir. Bütün giriş ve çıkışlar LED 'ler üzerinden gösterilmektedir ve nereye ait oldukları üzerlerine açıkça belirtilmiştir. Kontrol sistemi üst dereceli bir proses kontrol sistemine bağlanmaya veya başka santrifüjörlerle bus sistemi üzerinden bağlanmaya müsaittir (Şekil 5.2). Bu şekilde santrifüjörün ve tahrik elemanının önemli tüm verileri bir istasyonda gösterilebilir ve kayıt edilebilir. Bunun yanında prosese bağlı süreler, başla komutları, optimizasyon verileri de istanyondan santrifüjörlere ulaştırılabilir.



Şekil 5.2: Santrifüjör istasyonunun şeması

- 1 - Komando cihazı
- 2 - Santrifüjör
- 3 - Akım ara devreli inverter
- 4 - Kontrol düzeni
- 5 - Şalt tesisi beslemesi

6 - Kontrol istasyonu

6 TAMAMEN DİJİTAL TAHRİK KONTROL SİSTEMİ

Kontrol sistemi bir multi - mikro computer sistemin-den oluşmaktadır. Bu kontrol sistemi aşağıdaki görevleri yerine getirmektedir.

- o hızlı ayarlama ve hesaplama.
- o kontrol ve denetleme.
- o ihbar ve rapor etme (Tahrik- ve enerji tekniğinde).

Kontrol sistemi serbestçe projelendirilebilir ve tamamen dijital dır. Özellikle aşağıdaki durumlar için uygun olmaktadır.

- o her türlü devir sayısı değiştirilebilen ve doğrultucu beslemeli doğru akım ve üç fazlı alternatif akım tahrik elemanlarında.
- o diğer doğrultucu uygulamalarında örneğin yüksek gerilimle doğru gerilim nakli, kompenzasyon tesisleri gibi uygulamalarda.
- o enerji tekniğindeki doğrultucu bulunmayan uygulamalarda, örneğin türbin kontrolünde olduğu gibi.

6.1 UYGULAMA ALANLARI

Kontrol sistemi, ayarlama, hesaplama, ve kontrol de yüksek bir işlem hızının önemli olduğu her türlü uygulama alanda etkili bir biçimde kullanılabilir. Kontrol sisteminin kullanılması esnasında ilgili iş makinelerinin çeşidi, gücü ve sayısı kriter olarak hiç bir rol oynamamaktadır. Kontrol sistemlerinin kullanılabileceği uygulama alanla-

rından diğerlerinden birkaçı haddeleme, her çeşit cadde-ler, kağıt fabrikaları, baskı makineleri, iplik ve şerit sanayisi, madencilikteki ve açık ocak linyit işletmelerindeki taşıma tesisleri, gemilerin mil jeneratörleri, değirmen hava üfleme makineleri, çimento değirmenleri, boru hatları için pompa tahrik elemanları veya güç santrallerindeki soğutma maddesi için pompa tahrik elemanları, güç santralleri iletim teknolojisi alanında, container - vinç-leri ve dozlama tesisleri (paylama düzeni) tartı düzeni-dir.

6.2 GÜÇ KARAKTERİSTİKLERİ

- o Bir sistem içinde yüksek dinamiğe sahip ayar ve kontrol
- o Çok (aşırı) kısa periyod süresi (1 ms) ve proses (işlem) alarmlarına karşı çok kısa tepki süresi (150 mikro sn). Bunu pratikte toplam görevlerinin çok sayıda işlemci modüllerine fonksiyon bölüşümü sayesinde sınırsız hesaplama gücünde gerçekleştirmektedir.
- o Yüksek güvenilirlik (yüksek entegreli) yapı elemanları ve bağlantılar(bus'lar) aracılığıyla
- o Değişik uygulamalar için pratiğe yeterli uygun fonksiyon yapı elemanları sayesinde yüksek fonksiyon kapsamı.
- o Basit fonksiyon projelendirilmesi ve yüksek sistem açıklığı (transparenz) yapı şekli orantasyonlu projelendirme dili Struc sayesinde
- o Açık yazı ihbarları için (zaman göstergeli) ihbar sistemleri.
- o Kendiliğinden kontrol ve teşhis için mikro işlemci zekasının ne denli kullanımı.

- o Seriel interface'ler diğ er tahrik birimleri bağı lantıyı sağı lamak için, bunlar periferi cihazları (çalışma kulları ve -izleme, servis ve teş his ve diğ er otomasyon cihazlarıyla).
- o Tesisin elverişli grafik bir dokümentasyonu kontrol sistemi Hardware si üzerinden Softwarenın içine kadar.
- o Yaygın olan ve kendine yer edinmiş proglamlama cihazlarının projelendirme, ilk çalıştırma, servis bakım ve teş his için kullanılması.
- o Güçlü bir monitör programı üzereinden bütün iş lenen büyüklüklere seçime bağı lı erişin.
- o Fiziksel büyüklüklerin dezimal gösterimde boyutuyla birlikte gösterilmesi.
- o Farklı sistem bileş enlerinin az olması sayesinde ekonomik yedek parça stoğı .

Kontrol sistemi bir multi-mikro computer sistemidir. Bu mikro computer sistemi modüler yapıda hardware ve software 'ye sahiptir. Bu modülerlik sayesinde sistemin değı şik taleplerin bir uyumla karşı lanmasına mümkün sağı lamaktadır.

6.3 İŞ LETİM SİSTEMİ

Her işlemci programı kendine ait bir işletim sistemini içermektedir. Bu sayede herbir işlemci modülünün ekonomik yeterlilikle çalıştırılması sağı lanmaktadır. işletim sistemi işlemci programları arasındaki veri değı şimini koordine etmektedir. Ayrıca fonksiyon paketleri işletim sistemi arasında ve değı şik yoklama sürelerine sahip fonksi-

yon yapı elemanları arasındaki koordinasyonu sağlamaktadır. Bu esnada işletim sistemi zaman bakımından birbirleriyle ilişkili olan verilerin işlenmesine devam edilmesini güvenceye almaktadır.

işletim sistemi programlanmış olan yoklama sürelerinin takip edilmesini denetlemektedir. Ayrıca işletim sistemi yoklama sürelerinin aşılması halinde tepki göstermektedir.

Besleyici gerilim kaynağının girmesinden sonra işletim sistemi yapı grubu yapı grubu taşıyıcısının elemanlarını kontrol etmektedir. Bunun yanında hardware 'nin çalışıp çalışmadığı ve hardware 'nin kapasitesi de işletim sistemi tarafından denetlenmektedir. Çalışma süresi esnasında ise hardware ve software için arka planda test rutinler yürütülmektedir.

6.4 İşlemci Modülleri

iki seriel inreface ve birer giriş ve çıkış bulunduran işlemci modülğü.

PM12

iki seriel interface ve paralel olması gereken değer kaskadı bağlama olanağına sahip işlemci modülü.

PM13

Şebeye denetimli doğrultucuların kontrolü için işlemci modülü. Doğrultucu sistemi için standart interface bulunmaktadır.

PG11

Dijital frekans dönüştürücülere sahip işlemci modülü, örneğin üç fazlı alternatif akım makinelerinin gerilim modellerinin hesaplanması işlemi için.

PS11

PM12 gibi fakat 16 Mhz 'lik işlemci frekansı vardır. PM16

PG11 gibi fakat 16 Mhz 'lik işlemci frekansı vardır. PG16

PS11 gibi fakat 16 Mhz 'lik işlemci frekansı vardır. PS16

6.5 Hafızalı Modüller

C ve L Bus 'ları için hafızalı bağlantı modülü, C Bus 'ı ve L Bus 'ındaki işlemci modülleri arasındaki veri değişimi için. MM11

L Bus 'ı için hafızalı bağlantı modülü, L Bus 'ındaki işlemci modülleri arasındaki veri değişimi için. MM21

Hafıza alt modülü, her işlemci modülü için gereklidir projelendirmede programla birlikte yüklenmektedir MS31

6.6 Giriş ve Çıkış Modülleri

Analog çıkış modülü 8 tane analog çıkışlı. EA12

Biner giriş ve çıkış modülü EB1B

Karışık giriş ve çıkış modülü. Bir puls tako jeneratörünün bağlanması için biner ve analog giriş ve çıkışlar. EM11

Sistem gerilim ve sinyallerinin denetleme modülü.	ES1
---	-----

inverterler kontrol takımı - hardware 'si için tetikleme modülü,	TS11
--	------

6.7 Haberleşme (Komünikasyon) Modülleri

Dual port RAM 'li haberleşme modülü, yapı grubu taşıyıcılarının paralel bağlantısı için	CS11
---	------

Takma modülü CS11 'e ek bağlantı için haberleşme modülü, yapı grubu taşıyıcılarının paralel bağlantısı için	CS21
---	------

Kontrol sisteminin LEBUS' na bağlanmak için haberleşme modülü	CS3
---	-----

Haberleşme modülü, doğrultucu ve inverter cihaz teknolojisiyle seriel bağlantı için	CS4
---	-----

6.8 interface Sub Modülleri

Tüm işlemciler için 20 mA 'lik interface	SS1
--	-----

Tüm işlemciler için V.24 interface 'i	SS2
---------------------------------------	-----

PM16 için RS485 interface 'i	SS3
------------------------------	-----

6.9 Mekanik iç Yapı

İki tane yapı grubu taşıyıcısı tipi mevcuttur. Bunlardan birisi 24 diğeri 9 tane kullanılabilir montaj yerlerine sahiptir. Bus platinleri tümleştirilmiştir ve geniş yapı grubu taşıyıcısında birbirine denk iki paralel bus sistemini içermektedir. Bunlardan birisi haberleşme bus 'ı (C Bus) ve diğeri Lokal bus (L Bus) dır. C bus tüm yapı grubu yapı grubu taşıyıcısı içinde oluşan hızlı veri değişim işini yürütmektedir. Daha küçük fonksiyonel birimlerin işlemci modülleri arasındaki hızlı veri değişimini Lokalbus (L bus) gerçekleştirmektedir. Örneğin bir tahrik elemanının işlemci modülleriyle pasif takma modülleri arasındaki veri değişimi L bus üzerinden yapılmaktadır. İnce yapı grubu taşıyıcısı sadece bir sistem bus 'ını (L-Bus) içermektedir. Her bir bus 'a göre ayarlanmış akım beslemesi çekmece şeklinde yapı grubu taşıyıcısının içinde veya altında bulunmaktadır.

6.10 Takma Modülleri

Takma modüller genişletilmiş çift - Avrupa formatında tasarlanmıştır (220 mm x 233.4 mm). Gösterge elemanları ve periferi arasındaki olan tüm fiş bağlantıları ön kısımda bulunmaktadır. Ön yüz kapakları metalden oluşmaktadır ve yapı grubu taşıyıcısı ile birlikte bütün taraflardan izole edilmiş ve dış etkenlerden ekilenmeyen arıza emniyetli bir ünite oluşturmaktadır.

6.11 Bağlantı Teknolojisi

Periferi sinyallerinin devreye bağlanması interface - modülleri üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu interface modülleri yapı grubu taşıyıcısının dışında taşıma rayları

üzerine takılmaktadır. Bu interface'ler kablo ve hatların bağlanması için klemenslere sahiptirler. Bunların görevi ayarlama, dönüştürme, arıza etkilerini ortadan kaldırma ve periferi sinyallerinin gerilimlerinin bölünmesinden oluşmaktadır. Takma modülleri ile bağlantılar her iki taraftan takılabilen yatsı hatlardan oluşmaktadır. Bu yatsı hatlar ilgili duruma göre tasarlanmıştır.

7 VINÇLERDE A.C. TAHRIK SİSTEMLERİ

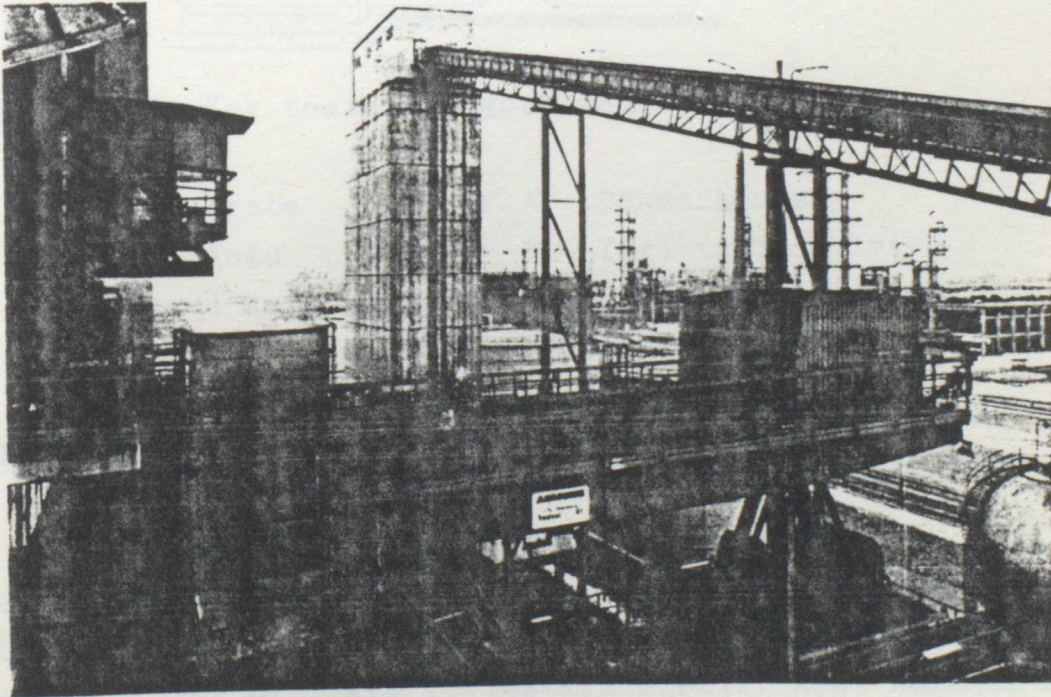
Büyük kütlelerin çok ağır şartlar altında bile boşaltılması öncelerden beri kepçeli vincin görevi olmuştur. Belli bir materyalı yerinden alıp sabit hedefe doğru yönelten türden vinçler için çok önceden beri otomatik bir işletme geliştirilmişti. Bu daha da geliştirilerek tam otomatik sistemler oluşturulmuştur. Tam otomatik sistemlerde sadece boşaltma yerine (ambar, sığınak, silo) veya kömürlüğe doğru otomatik olarak hareket edilmemektedir. Bunun yanında malın alınma yeri olan gemi veya rampaya da otomatik ulaşılmaktadır. Değişken olan bu hedef noktası bir monitör grafik kullanımı ile belirlenir. Bunun yanında pozisyonlama kontrolü sayesinde bu hedefe doğru hareket etmek suretiyle ulaşılmaktadır.

Bir petrol tesisinde bir yenilik yaratılmıştır. Programlanabilir lojik kontrolü kullanılmak suretiyle bir kepçeli vinç tamamen insansız olarak çalıştırılmıştır. Vinç hedeflerini kendisi tayin etmektedir. Kendini kanıtlamış olan menü teknolojisiyle gerçekleştirilmiş monitörleme sistemlerini kullanmak suretiyle kullanım kolaylığı ve uygun durum gösterilmesiyle arıza gösterimi yerinde veya santralde sağlanmaktadır.

Bütün tahrik elemanlarında bakım gerektirmeyen üç fazlı sincap kafesli alternatif akım asenkron motorları ön görülmüştür. Bu motorlar gerilim ara devreli inverterler üzerinden devir sayıları ayarlanır şekilde çalıştırılmaktadırlar. Burada her türlü devir sayısı vericilerinin kullanılmasına gerek kalmamaktadır. Sadece mekaniğe bağlı bulunan motorlar, durdurma şalteri ve buna benzer elektriki bileşenler vinçte bulunmaktadır. Geri kalan donanımlar ise sabit bir E - evinde her türlü atmosferik etkilerden uzak bir şekilde yerleştirilmiştir.

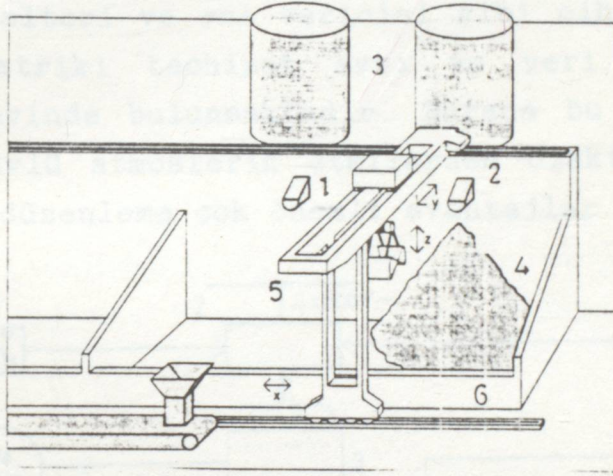
7.1 Hedef Belirleme ve Tesisin Açıklanması

Bu koklama tesisinde (şekil 7.1 'de) dört tane kok da-vul kazanı bulunmaktadır. Bu davul kazanlarının herbiri 600 t kapasitesinde yeşil kok 'u işleyebilmektedir. Yeşil kok adı ham petrolün işlenmesinde bir işlem zincirinin son ürününe verilmiştir. Her kazanın bir kok avlusu vardır. Bu avluda bitmiş hazır ürün depolanmaktadır. Kok 'un dökümü su kamışlarıyla gerçekleşir. Farklı büyüklükteki parçalar-dan oluşan materyal bir dökme oluğu üzerinden kok ambarına akıtılır. Davul kazanının boşaltılmasından sonra ön avluda oluğun altında honi şeklinde bir birikinti oluşur. Bu dök-me honinin şekli, malzemenin tanecik yapısına, büyüklüğüne ve kok 'un farklı olan yapılarına göre değişik şekil ve büyüklükte olmaktadır. İnce tanecikli malzeme kesme suyu sayesinde avluya büyük bir alan üzerinde dağıtılmaktadır.



Şekil 7.1: Vinç tesisi ve kontrol kabiniyle birlikte kok avlusu

Depo edilen malzeme burada bekletilmektedir. Bu bekletme işi kok malzemesinin içinde bulunan kesme suyunun avlu duvarlarındaki deliklerden akıp gitmesine kadar sürmektedir. Akan kesme suyu " recycling = yeniden değerlendirme " işlemine doğru akmaktadır. Sonra ise yeşil kok kepçe - vinç tarafından depoya ve yürüyen bant düzenleriyle kırma tesislerine ve son olarak da depo silolarına taşınmaktadır. Orada son ürün vagonlara yüklenerek kullanıma hazır bekletilmektedir (şekil 7.2).



Şekil 7.2: Kok tesisinin görünüşü

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 1 - Motorlu araba | 4 - Dökme honisi |
| 2 - Akıntı oluğu | 5 - Yarı taşıyıcı vinç |
| 3 - Kok davul kazanı | 6 - Vinç hareket düzeni |

7.2 Kepçeli Vinç

Tesisin ana parçasını motorlu arabaya sahip yarı taşıyıcı vinç oluşturmaktadır. Arabada kepçe kaldırma tertibatı ve kavramasız iki makaralı sarma mekanizması tahrik motorlarıyla birlikte yerleştirilmiştir. Aynı zamanda araba her motorlar da araba üzerinde bulunmaktadır. Kepçe kaldırma mekanizması 16 tonluk çanaklı kepçe ile donatılmıştır.

Şekil 7.3 'de

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| 1- Durdurma şalteri | 8- Programlama cihazı PG |
| 2- Emniyet Kontrolü | 675 |
| 3- Frekans dönüştürücü | 9- Renkli ekran |
| 4- Devir sayısı olması gereken değeri | 10- Yazıcı |
| 5- Tahrik motoru | 11- Merkezi kontrol düzeni |
| 6- Olması gereken değer vericisi | 12- Periferi kontrol düzeni |
| 7- Kontrol düzeni | 13- Acil duruş |

Bunlar:

o Vincin üzerindeki ve vince doğru olan elektriki tesis montaj masrafları düşüktür. Çünkü sadece vincin üzerinde kalan cihazlarla bağlantı hatlarının tesis edilmeleri gereklidir.

o Vincin kendisi üzerinde elektriki donanımın yer gereksinimi çok azdır.

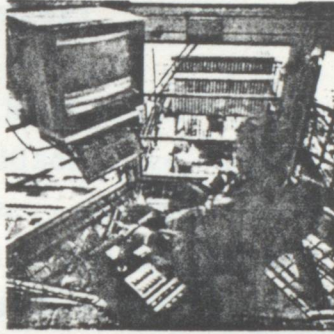
o Bugüne kadar bilinen çözümlere karşın fevkalade büyük ölçüde ağırlık azalması kaydedilmiştir. Bu sayede tahrik elemanlarının net yükleme ağırlıkları artmaktadır ve enerji sarfiyatı düşmektedir.

o Vinçlerin bugüne kadar alışılmamış bakım kolaylığı, bakım yeri sabit E - evinde yapılmaktadır. Buna sabit kontrol düzeninin diğer kontrol düzeni de dahildir.

o Klimalı ve tozsuz çevre şartları nedeniyle elektrik cihazlarının mükemmel korunması. Vinçlerde önlenemiyen sarsılmalar nedeniyle gerekli olan ek önlemler ve bakımlar büsbütün ortadan kalkmaktadır.

7.3 Kontrol Kabini

Vinç hattı üzerinde kok kazanlarının ve deponun kolayca görülebileceği bir yerde sabit bir konumda kontrol odası yerleştirilmiştir. Burada büyük hacimli camlı bir kabin söz konusudur. Burada, vinçlerde alışıldığı gibi yerden tasarruf etmek gerekli değildir. Kabin aşağıda belirtilen önemli cihazlar ile donatılmıştır (şekil 7.4).



Şekil 7.4: Monitörlü kontrol masası. Vinç operatörü kontrol kabini

- o Normal çalışma ve elle kumandalı çalışma için gerekli olan tüm kullanım kumanda elemanlarıyla vinç kontrol cihazı, ana şalter, pus butonları ve ikaz lambaları gibi.

- o Programlanabilen lojik kontrol cihazı merkezi kontrol sistemi olarak kullanılmaktadır. Bu PLC cihazı bir dolaba yerleştirilmiştir ve merkezi cihaz ile ihtiyaç duyulan seriel veri nakli için giriş ve çıkış yapı grubları (Bknz. tesis düzeni şekil 7.3).

- o On line olarak bağlanabilen programlama cihazı özellikle otomatik çalışma esnasında her zaman programı inceleme imkanını sunmaktadır.

o Program seçimini ve monitörün kullanılması için tuşlu renkli monitör.

o Önemli çalışma verilerinin protokollendirilmesi için bir yazıcı (durum bildirimleri ve arıza bildirimleri).

7.4 Tahrik Sistemleri

Bütün tahrik düzenleri, durma ve kapama düzeni gibi araba hareket düzeni ve vinç hareket düzeni üç fazlı alternatif akım sincap kafesli asenkron motorlar tarafından tahrik edilmektedir. Bu tahrik elemanlarının devir sayıları frekans dönüştürücüleri üzerinden kademesiz olarak değiştirilmektedir. Burada kullanılan inverterler gerilim ara devreli inverterlerdir. Bunlara darbe inverterleri de denilmektedir. Bunların gerilim ara devreleri sabit bir doğru gerilime sahiptir. Bu inverterler sabit frekans ve gerilimli üç fazlı bir şebekeden değişken frekans ve gerilimli bir üç fazlı şebekeyi oluşturmaktadır. Burada kullanılan gerilim ara devreli inverterler üç fazlı motorların devir sayılarını stator frekansının üzerindeki frekanslarda sürekli ve kayıpsız bir şekilde kontrol edebilmektedir. Gerilim ara devreli inverter bireysel tahrik elemanları için uygun olduğu kadar bir grup tahrik elemanı içinde uygun olmaktadır. Burada hareket düzenlerinin de bir grup tahrik elemanı kontrol edilmektedir. Kepçe çalışmasından kaynaklanan tahrik sistemleri şartları (kavramasız çift makara sarma mekanizması) ve kendi kendini ayarlayan salınım azalmasıyla konum kontrolü çok ağırdır. Bu nedenle bu tür tahrik sistemleri ayarlı doğru akım tahrik sistemleriyle gerçekleştirilmiştir. Burada istenilen görevin inverter tahrik sistemleriyle çözülebilmesi sadece

darbe inverterin tipik özelliklerinden kaynaklanmamaktadır. Darbe inverterinin özellikleri şunlardır:

- o Frekans ayarının kalitesinin çok yüksek olması. Bunun yanında yük ve şebeke salınımlarında kayma kompenzasyonunun bulunması.

- o Küçük devir sayılarına kadar sıfır yakını hızlarda bile motorun salınımsız mükemmel çalışması yani dönmesi.

- o Durma anında bile tam motor momenti.

- o Yüksek frekans ayarlama aralığı yaklaşık sıfır ile 100 Hz arası.

- o Hızlanma ve frenleme fazında kısa süreli aşırı yüklenebilirlik. Tabii ki tahrik elemanları devir sayısı ayarlanır şekilde çalıştırılabilir. Fakat burada devir sayısı ayarlanır şekilde çalıştırmaktan vaz geçilmiştir. Herbir hareket düzeninin konum ayarlamaları için yani pozisyon kontrolü için sadece frekans ayarlanmasından faydalanarak gerçekleştirilmektedir. Ulaşılan sonuçlar burada tanınan doğru akım ayarlı tahrik elemanlarıyla aynıdır. Bu sonuçlar ayarlama davranışı ve yol hassasiyetiyle ilgilidir. Bu sonuçlar bizi fazlasıyla memnun etmektedir. Tako jeneratörünün kullanılmaması veya bunun yerine başka devir sayısı vericilerinin kullanılmaması sayesinde elektrik bakımından mutlak bakımsız bir tahrik elemanı kullanılmaktadır. Bu avantaj elimizde hazır bulunmaktadır. Vinç sektöründe bu tahrik düzeni tamamen yeni olan bir düzendir. Vincin güç verileri aşağıdaki gibidir:

7.5 Durma ve kapama düzeni

2 tane üç fazlı kaldırma makinesi motoru (sincap kafesli)
110 kW, 1450 d/dk, 500 V, 50 Hz.
2 tane gerilim ara devreli inverter
280 kVA.

7.6 Araba hareket düzeni

2 tane üç fazlı kaldırma makinesi motoru
(sincap kafesli)
0.5 kW, 1480 d/dk, 500 V, 50 Hz.
1 gerilim ara devreli inverter 18kVA

7.7 Vinç hareket düzeni

4 tane kaldırma makinesi motoru (sincap kafesli)
11 KW, 1450 d/dk, 500 V, 50 Hz.
1 gerilim ara devreli inverter
110 kVA

7.8 Kat edilen yolun olan değerinin belirlenmesi

Konum ayarlama kontrolünün hassasiyeti ilk olarak olan değer tesbitinin kalitesine bağlı olmaktadır. Dijital teknolojisinin kullanılması sayesinde vinç işletmesinde de çok erken olarak yolun olan değerini dijital vericisi-lerinin kullanılmasıına geçilmiştir.

Burada iki olayın ayırt edilmesi gereklidir. Bunlardan birisi inkrement vericileri (darbe vericileri) diğeri de açı kodlayıcılar sayesinde mutlak yolun belirlenmesi. Açı kodlayıcılarının kullanılması elde edilecek avantajlar açıkça görülmektedir. Tesisin devre dışı kalmasından sonra ve önceden öngörülme-yen şebeke kesilmelerinde hareket düzeninin duruş vaziyetine

geçmesine kadar fazla bir süre çalışması mekanik olarak kayıt edilmektedir. Şebekenin tekrar devreye girmesinden sonra doğru değer okunabilmektedir. Darbe vericilerinin kullanılması durumunda bunların arkasına bağlanan sayma düzenlerindde sayıcı durumu peryodik olarak kontrol edilmelidir veya belirli bir noktada senkronize edilmelidir. Böylece geçmiş yıllarda kaldırma yolunun tesbiti için açısal kodlayıcılar kullanılmıştır. Bu açısal kodlayıcılar örneğin makaranın miline bağlanabilmektedir. Hareket düzenlerinde oluşan kayma nedeniyle bir dişli kutusu üzerinden tahrik elemanına bağlantı yapmak mümkün değildir.

Burada bu alanda yine yeni bir yol izlenilmiştir. Hareket düzenlerinde de yol belirlenmesi için açısal kodlayıcılar kullanılmıştır. Hareket düzenleri bildiğimiz gibi araba ve vinç hareket düzenininden oluşmaktadır. Bu açısal kodlayıcılar zincirler aracılığıyla tahrik edilmektedirler. Bu çözüm güvenilir fakat biraz çok masraflıdır ve aşağıda belirtilen yeni gelişmeler sayesinde eskimiştir.

Kat edilecek yol prensipte bir ölçü bandı şeridi ile belirlenmektedir. Bu ölçme bandı (vinç yolunun başlangıcında) sabit bir yere tespit edilmiştir. Ölçme bandı vincin hareketiyle ilgili olarak dairesel bir makaraya sarılmaktadır. Makaradaki dönüş hareketi bir açısal kodlayıcıya nakil edilmektedir.

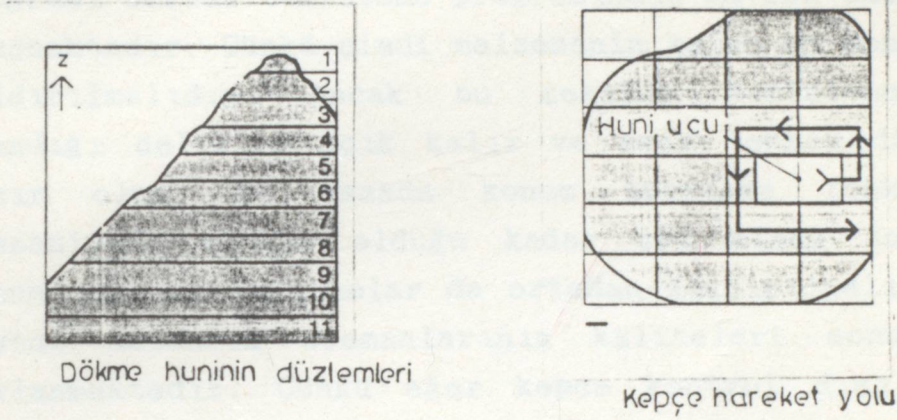
Ölçme bandı ölçüm esnasında gergin tutulmaktadır. Yani sürekli olarak gerekli olan bir çekme kuvvetine maruz bırakılmaktadır. Bu bir yaylı tahrik düzeni veya duruş vaziyetinde çalışan bir motorla sağlanmaktadır. Bu yaylı tahrik düzeni veya duruş vaziyetinde çalışan motor ölçü makarasına akuple edilmiştir.

7.9 Boşaltma Çalışması

Kok kazanının boşaltılmasından sonra kok avluda suyun akması için belirli bir süre beklemek zorundadır. İlk olarak suyun akmasından sonra boşaltma işlemine başlanabilir. Oluğun altında dökme honi oluşmuştur. Bu honinin yapısı ve ölçüsü aynı hacimle tekrarlanmaktadır. Honinin sivri ucu her zaman aynı yerde yani oluğun altında bulunmaktadır. Bu boşaltma işletmesinden önce kepçeyle alınır ve ilk oyun başlayabilir. Burada oyun tekrarlanan boşaltma işlemine denir.

İlk önce vinç X, Y - eksenleri boyunca honinin sivri ucuna doğru hareket etmektedir. X yönündeki hareketi araba ve Y yönündeki hareketi de vinç hareket düzeni yapmaktadır. Bu konuma ulaşıldıktan sonra hemen sonra kepçe aşağıya doğru sarkıtılmaktadır. İlk önce tam hızla sonra ise hedef noktasının üzerinde anlamlı olan bir yükseklikten sonra hız azaltılmaktadır. Böylece kepçe malzemenin üzerine yavaşça koyulmaktadır. Halatların boşta kalmaları durma mekanizmasının inverterinde kayıt edilmektedir. Bunun üzerine durma komutu verilmektedir. Kepçenin kapama işlemi hemen bundan sonra oluşmaktadır. Kepçe tekrar en yüksek halka konumuna kadar yükselmektedir. Sonra ise araba ve vinç aynı anda hareket düzenleri sayesinde yeni hedef noktası olan depoya doğru hareket etmektedir. Burada malzemeyi boşaltmaktadır. Kendi kendine ayarlı salınım azaltılması arabanın hareket yönünde etki yapmaktadır. Ancak bu sayede salınımsız bir şekilde depoya ulaşılabilir. Geri dönüş hareketinde bu yine büyük bir önem taşımaktadır. Çünkü kepçenin kok kazanı duvarlarının yanından santimetre hassasiyetiyle aşağıya doğru sarkıtılması gerekir. İlk alma işleminin yapıldığı kepçeleme yüksekliği kayıt edilmiştir. Çünkü bu yükseklik dökme honinin yüksekliğinin en son ölçüsüdür. Bilinmekte olan

hacimden hareket ederek honinin ölçüleri hesaplanmaktadır. Buna göre de kepçeleme düzlemleri tesbit edilmektedir (Bknz şekil 7.5).



Şekil 7.5 : Otomatik boşaltma çalışmasının akış şeması

Şimdi otomatik olarak düzlemden düzleme hafriyat işlemi yapılmaktadır. X, Y - düzlemindeki konum öyle seçilirki çok az bir sınır aşımı olussun ve böylece daha derin bir düzleme inildiğinde homojen bir alan bulunmaktadır. Dökme honinin yüksekliğinin yarıya ulaşmasında ve özellikle de en son yükseklikte, yani taban düzleminde otomatik olarak bir tesviye programı yürütülmektedir. Bu tesviye programında kepçenin kavraması esnasında kapama işlemine bağlı olarak halat öyle ayarlanarak salınmaktadır ki, kepçenin çatalları tam olarak yatay bir düzlemde kapansın. Bu işlem sonuna dek tüm bölge üzerinde sürdürülürse mutlak düzgün bir yüzey elde edilmektedir. Buda tamamen boşaltma işletmesini sürdürmek için uygun düşmektedir. Bu şekilde malzeme yüzeyindeki düzgünsüzlüklerin oluşması önlenmektedir. Çünkü bu tir düzgünsüzlükler

kepçenin devrilmesine ve zorlamalı boşaltma işleminde arızaların meydana gelmesine yol açabilirdi.

Eğer vinç kok kazanını boşaltmış ise yani son alt düzlemde hafriyatı yapılmışsa, en son olarak bir tesviye programı burada temizleme programından da söz edilmektedir oluşmaktadır. Çünkü şimdi malzemenin kalan en son artığıda kaldırılmalıdır. Ancak bu şekilde temizleme suyunun alındığı delikler açık kalır ve avlu tekrar döküm için hazır olur. Bu esnada konum ayarlama fonksiyonunun hassasiyeti mümkün olduğu kadar iyi olmak zorundadır. Bunun yanında salınımlar da ortadan kaldırılmalıdır ve bu sayede detahrik elemanlarının kaliteleri sonuna kadar zorlanmaktadır. Çünkü eğer kepçe kontrol dışı kalır ve duvara çarparsa veya kepçe tabana saplanırsa, beton duvarlar veya beton taban zarar görür. Aynı şekilde kok meaddesine başka malzemelerin karışması da istenmemektedir. Taş gibi yabancı maddelerin kepçe tarafından alınması mümkün olabilir. Bu sorun burada sabit olarak kumanda edilmeyen bir alma cihazı sayesinde çözülmektedir. Bu alma cihazı burada kepçe olmaktadır.

7.10 Kullanma ve Monitörleme

Genelde bir vinç bir operatör tarafından yönetilmektedir. Bu vinç operatörü bir eğitim süresinden sonra cihaza mükemmel bir şekilde kumanda etmektedir. Kumanda rahatlığı gibi tahrik sistemlerinin davranışlarındaki yeni teknolojik gelişmeler sayesinde vinç operatörü cihazdan fevkalade yararlanmaktadır. Bahsedildiği gibi bizim durumumuzda vinç bir işlem zincirinde mühim bir elemanı teşkil etmektedir. Vinçte burada bir vinç operatörüne gerek yoktur. Vinç operatörü yerine rahat olan bir kontrol sistemi konulmalıdır. Fakat bu kontrol sisteminde başlangıçta bir kaç hazırlayıcı kararın verilmesini

gerektirmektedir. Böylece değişik çalışma çeşitleri arasından uygun olanı seçilmelidir ve otomatik çalışmanın başlamasından önce bir anlamda kontrol listesinin elden geçirilmesi gereklidir. Ancak şartlar bu şekilde sağlanabilmektedir (Bknz. şekil 7.6).

Bu görevleri servis görevlileri yerine getirmektedir. Bu servis görevlileri vardiyalı olarak tüm tesiste hizmet vermektedir. Demekki bu servis görevlisi boşaltma çalışmasının başlamasından önce kontrol odasına varır ve bu hazırlıkları yapar. Burada monitör önemli bir yardım sağlamaktadır. Servis görevlisi bir şalter üzerinden normal çalışmayı seçtikten sonra, otomatik çalışmayı seçerek, renkli ekran üzerinden kullanıcıyı yönlendirme fonksiyonunu başlatır. Kendini kanıtlamış menü teknolojisiyle kullanıcıdan adım adım monitör üzerinden gerekli ayarlamaları yapması talep edilmektedir. Bu ayarlamalar kok kazanı seçimi, avlu sınırlarının girilmesi v.s. gibi ayarlamaları ve en son olarak da "otomatığın başlaması" için verilen komuttan oluşmaktadır. Gerekli olan grafik gösterimleri içeren renkli monitör önemli bir yardım sağlamaktadır. Bundan sonra servis görevlisinin kabini terk etmesi mümkündür. Geriye kalan işlemler kontrol sistemi tarafından gerçekleştirilir. Tabiki servis görevlisinin heran için monitör üzerinden programa müdahale etmesi mümkündür. Bu sayede servis görevlisi boşaltma işlemindeki son durum hakkında rapor alabilir veya kepçenin hareketini monitörden izleyebilir.

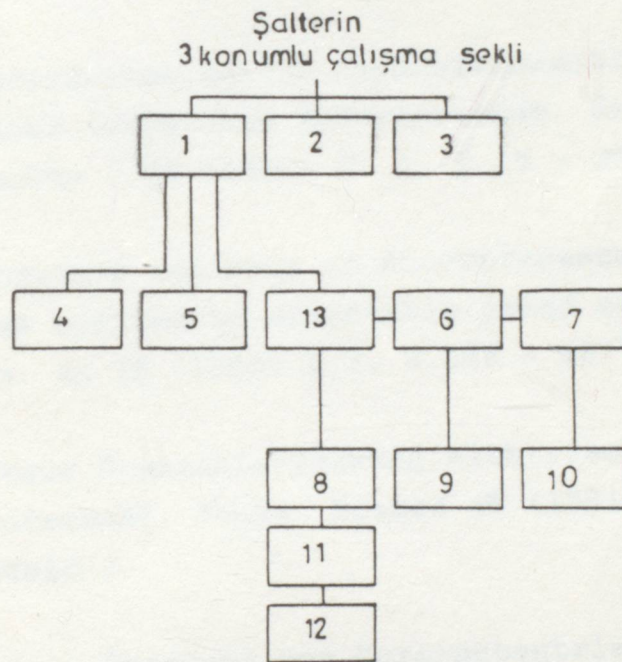
Bunun dışında önemli işletme ihbarları olduğu gibi tüm tesisin arıza ihbarları monitörde gösterilmektedir ve bunun paralelinde yazıcıda zamana bağlı olarak rapor edilmektedir. Bu sayede işletmeye uygun çalışma veya tesisin içindeki her türlü arıza dökümantasyonu gerçekleştirilmektedir.

Vinc tüm işlemlerde vaz geçilmez bir cihazdır. Vincin uzun süre çalışmaması katastrofik sonuçlara yolaçabilir. Kontrol sisteminin yapısında bu hadiseye de hsaba katılmalıdır. Detaylı bir arıza ihbarı ve bu arızanın kayıt edilmesi sayesinde arızaların kolayca bulunulması mümkündür. Böylece arızanın kısa sürede ortadan kaldırılması mümkündür. Tabiki bu kayıt edilme işlemi de belirşi sınırlar dahilinde olmalıdır. Fakat burada on-line programlama cihazı yinede önemli bir fonksiyonu üstlenmektedir. Programın takip edilebilmesi veya belirlenebilmesi ve hangi işlem esnasında " duruş " olayının meydana geldiğinin tesbit edilebilmesi servis personeli için büyük önem taşımaktadır. Ancak bu sayede zayıf noktanın çabukça belirlenmesi ve yardım sağlayarak ortadan kaldırılması mümkündür.

Şekil 7.6 'da gösterilmekte olan çalışma çeşitleri tam otomatik işletmenin yanında bir dizi başka imkanları ifade etmektedir. Fakat pratikten elde edilen bilgilere göre bunlar daha az anlamlı bir rolü üstlenmektedirler. Tahrik elemanları ve programlanabilir lojik biriminin birleşmesinden oluşan tümleştirilmiş " akıllı " kontrol devresi sayesinde vincin görevini tamamen yerine getirmekte olduğu kanıtlanmıştır.

- | | |
|-----------------------------------|----------------------|
| 1- Normal çalışma | 12- Otomatik başlama |
| 2- Acil yükleme | 13- Otomatik |
| 3- Bakım çalışması | |
| 4- Elle kumanda | |
| 5- Yarı otomatik | |
| 6- Göstergeler | |
| 7- Kayıt | |
| 8- Avlu seçimi | |
| 9- Monitör | |
| 10- Yazıcı | |
| 11- Avlu sınırlarının ayarlanması | |

Şekil 7.6: Kullanıcı yönlendirmesi



KAYNAKLAR

- /1/ Digitale Regelung elektrischer Antriebe, Rolf Schönfeld. Heidelberg: Hüthig, 1988
- /2/ Antriebstechnik in der Praxis, Siemens 1991
- /3/ Adaptive Control - The model reference Approach. New York - Basel: Marcel Dekker Inc. 1979
- /4/ Mikrorechnergeregelter Asynchronmaschinen, ein Antrieb für hohe dynamische Anforderungen. Regelungstechnik (München) 32 (1984) H. 1, S 18 - 26, Gabriel R
- /5/ Performance analysis of Microprocessor - based control system applied to adjustable speed motor drives. IEEE Trans. IA 16 (1980) H.3, S 378 - 387
- /6/ Digitale Drehzahlerfassung elektrischer Antriebe mit Mikrorechner. Techn. Messen 48 (1981) H.3.S 83-88, Dünnwald J.
- /7/ Digitale Regelung von Vorschubantrieben. Industrie-Anzeiger, Essen106 (1984) H.84, S.28-29, Leveringhaus R.-D.
- /8/ Control of Electrical Drives. Berlin - Heidelberg - New York - Tokyo: Springer Verlag 1985
- /9/ Eine zeitoptimale Thyristor - Stromregelung unter Einsatz eines Mikroprozessors. Regelungstechnik 26 (1978) H.2, S.37 - 43, Bühler E.
- /10/ Selbsteinstellender Digitalregler im Zeitbereich. Regelungstechnik 31 (1983) H.10, S. 338, Fromme G.

/11/ Automatisierte Elektroantriebe. 2. Aufl. Berlin: VEB
Verlag Technik 1983: Heidelberg: Schönfeld R.

/12/ Elektrik motoru ile tahrik, doğru akım motoruyla
tahrik - istanbul: Doğan Matbaası - 1985, Ural Atif -
Kayral Mahmut

ÖZGEÇMİŞ

1967 yılında Aksaray 'da doğdum. 1971 yılında ailevi sebeplerden dolayı ailemle birlikte Almanya 'nın Frankfurt kentine taşındık. 1973 yılında Frankfurt 'ta ilk öğrenime başladım. Orta öğrenimime de Frankfurt 'ta devam ettim. 1984 yılında Türkiye 'ye geri döndüm. Aynı yıl Konya Ereğli Cumhuriyet Lisesi 'ne kayıt oldum.

1986 yılında bu liseden mezun oldum ve Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesinde Elektrik Mühendisliği öğrenimine başladım. 1990 yılında bu fakülteyi 2. 'likle bitirdim. Aynı yıl Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Elektrik Mühendisliği ana bilim dalında yüksek lisans öğrenimine ve Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesinde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladım.

1991 yılında Elektrik Mühendisliği 4. Ulusal Kongresine bildiriyle katıldım. Halen araştırma görevlisi olarak görev yapıyorum.

Saygılarımla

Elk.Müh. Mithat Seçilmiş



