



BİLGİSAYAR SİSTEMLERİNİN GEÇİCİ GÜÇ DEĞİŞİMLERİNE KARŞI KORUNMASI(*)

Güç kablosundan gelecek ani bir değişime karşı alınan basit "fişlerin çekilmesi" tedbirinin aslında hasara sebep olduğu şu sonradan anlaşıldı

Çevir!: Fatih Bilal YÜLEK (")

Bu üç haftadan beri üçüncü fırtına idi. Uğursuz işareti alan fırtına bekçisi CAD/CAM bilgisayar sisteminin fişini çekmenin vaktinin geldiğini anladı. İşlemi durdurmak, sisteme geçen iki fırtınada olduğu gibi zarar gelmesinden daha iyiydi.

Ama fişlerin çekilmesi bir işe yaramadı. Fırtına bitip de sistem yeniden çalıştırıldığında, sistemde kalıcı zararlar olduğu anlaşıldı.

Bu olayda hasar, güç kabloları ndaki ani artıştan kaynaklanmamıştı. Hasarın sebebi sistemdeki terminalerin bağlı oldukları toprak potansiyellerinde[^] farktı. Güç kablosundan gelecek ani bir değişime, karşı alınan basit "fişlerin çekilmesi" tedbirinin aslında hasara sebep olduğu sonradan anlaşıldı. Şöyle ki, elektrik fişlerinin çekilmesi ile kesilen güvenlik toprak hattı, makinenin halen bağlı olduğu veri hatlarından gelecek ani değişime karşı makineyi korumasız bırakmıştı.

Ani güç değişimlerinin genel olarak sebep ve çarelerini bilmek ufak bilgisayar sistemi kullanıcılarına, özellikle de tek başına çalışan sistemlere faydalı olur. Böylece, sistemlerini kendilerinin alabilecekleri önlemlerle korumuş olurlar. Daha karışık sistemler için ise bir uzmana ihtiyaç vardır. Ayrıca sistem tasarımcıları, sistemin kullanıcıları tarafından nasıl bağlanacağını, ani değişimlerde meydana gelebilecek arızaları ve yanlış uygulanabilecek koruyucu önlemlerin yan etkilerini göz önüne almalıdırlar.

Bilgisayar kullanıcıları arasında gittikçe büyüyen bu güç değişimlerinin meydana getireceği hasarlar ve veri kayıpları korkusu ani artış bastırıcıları için bir pazar oluşturdu. Fakat bunların kesin bir performans standardı olmadığından, şu sıralar standart hazırlayıcı bir çok grup yeterli

bir standart hazırlamak için çalışmalar yapmakta. Bu aletler arasında bir ayırım için alıcının, bu bastırıcıların seçimi ve takılışı ile ilgili bazı ana kuralları bilmesi gerekir. En iyi ani artış bastırıcısı bile yanlış takıldığında, işe yaramayıp hasara sebep olabilir.

ANI ARTIŞLARIN KAYNAĞI

Çoğunlukla 'ani artış' kelimesi geçici bir voltaj artışı olarak anlaşılrsa da aslında güç veya veri hattında meydana gelen herhangi bir karışıklık demektir.

Bu elektriksel karışıklığın en iyi bilinen sebebi, yıldırım düşmeleri ise de karışıklık çıkması için yıldırımın kablolarla düşmesi gerekmez. Yıldırımdan meydana gelen akımlardan doğan elektromanyetik alanlar, güç kabloları ndaki iletkenlerin kuplajına sebep olarak bu iletkenler boyunca geçici voltaj artışlarına yol açarlar. Ayrıca, bu yıldırım akımı toprak üzerinde yayıldığından normal olarak "toprak" potansiyelindeki voltajlarda farklar meydana getirir. Bu da yıldırım akımının yayıldığı alan boyunca uzanan iletkenlerin uçları arasında bir voltaj farkına sebep olur.

Yıldırım düşmesinin doğrudan etkileri dramatik boyutlarda olsa da bunların çok ender rastlanır olması rahatlık vericidir. Diğer taraftan elektrostatik boşalmalar (ki bunları

(*) IEEE Spectrum (Nisan 1990)

O Bıkent Üniversitesi Elektrik Elektronik Müh. 4. Sınıf Öğrencisi

minyatür yıldırımlar kabul edebiliriz) için bir insanın parmak uçları yeterlidir.

Bu ani artışların daha az fark edileni fakat daha sık olanı güç sistemindeki sık anahtarlanmalardır. Bu anahtarlanmalar etraftaki bir cihazın açılıp kapanmasıyla olan normal ve devamlı bir işleme olabileceği gibi ender meydana gelen fazla yüklenmeden veya kısa devrelerden de olabilir.

Bu anahtarlanmalar geniş bir frekans ve genlik yelpazesini kapsar. Bazıları kısa süreli (nanosaniyeler düzeyinde) ve düşük enerjilidir (milijoule). Bunların tehlike riski düşükse de yüksek frekansta olduklarından sistemi rahatsız edebilirler. Diğerleri uzun süreli (micro hatta milisaniye), yüksek enerjili (yüzlerce joule kadar) ve düşük frekanstadır. Bunların frekansı diğerleri ile kıyaslanınca düşük olduklarından sistemi rahatsız etmezler, fakat uzun süreleri ve yüksek enerjileri ile sisteme hasar verebilirler.

Bilgisayar sistemleri için bir diğer karışıklık kaynağı, meydana gelen düşük voltajlardır. Bunların sebebi yakınlardaki fazla yük çeken bir aletin çalıştırılması veya elektrik şebekesinde meydana gelebilecek bir arıza olabilir. Ani voltaj artışları, eklenen basit bir aletle fazla enerjiyi etrafa dağıtmak suretiyle önlenemez. Fakat düşük voltajla kaybedilen enerjiyi toplamak basit bir aletle temin edilemez. Bu sorunun çözümü için birçok metodlar geliştirilmiştir. Geçen yıllarda, bu tür artışların özelliklerini öğrenme gereği güç hattındaki karışıklıkları izleme amaçlı birçok projenin yapılmasına yol açtı. Bu projelerin -ki bunlar birbirinden ayrı araştırmacılar tarafından yine kendileri tarafından geliştirilmiş ticari olmayan araştırma amaçlı aletlerle yapılmaktaydı - sonuçlarından biri, bu raporların değişik varsayımlar ve tanımlamalara dayandığı, bu sebeple de birbirleri ile karşılaştırılmayacağı idi.

Artışların izlenmesi ve koruyucu aletlerin tasarımı uzmanlara bırakılsa da, bir kullanıcı yine de kendi sisteminin güvenilirliğini ve bütünlüğünü tamamlayacak adımlar atabilir. İlk adım, sadece geçici bir bozuklukla, kalıcı bir hasarın -ki herbiri işlemin bağıl önemine göre değişik etki eder- ayırılmasıdır. Ticari bir sistem için işlemin kesilmesi hasarın tamirinden daha masraflı olabilir. Fakat evinde yalnız başına çalışan birisi için aletin korunması

veri kaybından daha önemlidir. Ayrıca böyle durumlarda, koruyucu tedbirler için para harcamaktansa işleme ara vermek daha ekonomiktir.

ZEDELENEBİLİR TEK BAŞINA ÇALIŞAN SİSTEMLER

Ufak bilgisayar sistemleri tek başına çalışan sistemler ve dağıtılmış sistemler olarak sınıflandırılır. Tek başına çalışan bir sistem tipik olarak tek kişi için kurulmuş bir masa bilgisayarı, buna ek bir yazıcı veya ağa bağlanmamış herhangi bir mikrobilgisayardan oluşur. Dağıtılmış sistemlerse, bir telefon ya da diğer ağ bağlantıları ile çok istasyonlu sistemlere veya uzaktan alıcı ve hareketlendirici işlem kontrol sistemlerine bağlanmış basit bir tek başına çalışan sistemdir.

Büro, laboratuvar ve evlerde bulunan tek başına çalışan sistemlere iki şekilde hasar ya da bozucu etkiler gelebilir. Birincisi, düşük genlikli (1000 volttan az) artışlar bilgisayarın güç kaynağı tarafından karşılanır, fakat bunlar yine de devrelere intikal edip ufak geçici voltaj değişimlerine yol açabilir. Yüksek genlikli (1000 volttan çok) artışlar ise en fazla güç girişindeki parçalara hasar verir ve büyük bir ihtimalde geçici güç değişimleri oluşur, ikincisi güç bölmeleridir (voltaj düşmeleri ya da kesintiler). Sadece bilgisayarın geçici olarak kapanmasına yol açarlar.

Bu sistemler için ani artış hatalarından korunmak basittir ve bu husus bilgisayarın iç yapısında bir dereceye kadar sağlanmıştır. Fakat aletin bu tür artışlara karşı olan dayanıklılıklarını gösteren bilginin verilmesine kadar kullanıcının sağlanan korunmanın seviyesini bilmesine imkan yoktur, (bu tahmin edildenden daha çabuk gerçekleşecektir, çünkü, Avrupalıların elektromanyetik uyumla ilgili çalışmalarını devam ettirmektedir.) Avrupalılar cihazlarını, belli bir çevrede mevcut diğer cihazların çalışmasını etkileyecek şekilde planlanması yolunda çalışmalar yapmaktadır. Buda, 1989'da Avrupa Topluluğu Konseyi'nden bildirilen elektromanyetik uyumlulukla ilgili kararın sonucunda başlanmış bir çalışmadır. Yani bu özelliğinde, geleneksel olarak voltaj, frekans ve akım gibi bilgisayarın üzerinde yazılmışlara ilave edilmesi çok da uzak değildir.

Şimdiye kadar bu konudaki önlemler, ayrı bir artış bastırıcısının (bunlara kıvılcım koruyucusu veya ani artışlarda

voltaj bastırıcısı da denilir) güç kablosuna bağlanmasından ibarettir. Bunların fiyatları çok çeşitlidir ve performansı; çok hızlı tedbir alma (aslında gereksizdir) ve en düşük bastırılma voltajını (güvenilirlik için gereklidir çünkü, artış koruyucusu normal olmayan güç değişikliklerine maruz kalabilir) içerir.

Bir artış bastırıcısının ana teknolojisi çabucak değişirse de özellikleri ve paketlenmesi pazar rekabetine bağlıdır, ideal olarak özelliklerini şu üç ana başlıkta toplayabiliriz: anma (nominal) voltajı, akım artışlarına dayanıklılığı ve artış anındaki dayanma voltajıdır. Bunların hepsi kullanıcının ihtiyacı olan korunma ve uzun süreli güvenilirliği sağlamak





açısından üretici firma tarafından belirtilmelidir.

Şu anda geçici voltaj değişimlerinin ABD'de tek performans standardı vardır o da UL 1449'dur. Bu Underwriters Laboratuvarlarında geliştirilmiştir. Bu standart, ürünün bazı özelliklerini içerir ve yalnız bazı performans özelliklerini verir. UL etiketi aletin, çevreden gelebilecek etkilere karşı, kabul edilen endüstriyel standartları temsil eden, bir denemeden geçtiğini gösterir. UL denemesinde belirli bir akım cihaza uygulanır ve sonuçtaki en büyük voltaj ölçülür. Bu voltaj daha sonra cihazın üstüne yazılır.

Buna rağmen bazı cihazlarda bir güç sistemi için hiçte önemli olmayan tedbir alma sürecinin nanosaniyeler hatta pikosaniyeler düzeyinde olduğu belirtilir. Oluşacak nanosaniyelik bir darbe güç sisteminde etkili olamaz ve dahada ileri olan pikosaniyelik bir darbe gerçekten büyük bir teknoloji ürünüdür. Aynı şekilde en düşük bastırma voltajını elde etme tasarım sırasında bir dengesizliği gösterir. Şöyleki, artış basıncılarının amacı, bazen emniyet seviyesinden yukardaki birkaç on voltu temizlemek değildir. Üstelik çok düşük bir bastırma voltajı aletin çabuk eskimesine, hatta gücün devamlı kısa kısa yükselmesinden dolayı bozulmasına yol açmaktadır, ikinci tür karışıklık olan voltaj düşmeleri ve kesintileri artış bastırıcıları tarafından düzeltilemez. Eğer kesinti veya voltaj düşmesi bilgisayardaki D.A. (de) güç kaynağının idare edebileceğinden daha uzun olursa işlem kesilir. Çoğu bilgisayarlar bu tür güç kaynaklarına iç donanımlarıyla sahiptirler. Bir bilgisayar kesinti sırasında disket sürücüsünü kullanıyorsa, bilgisayar kapanır; bir sistemin terminallerinde birçok kişi çalışırken bu olay olursa bazıları sadece rahatsız olurken, okuma yapanların işe yeniden başlaması gerekir. Bu tarz kesintilerden kurtulmanın tek yolu piyasada bulunan kesintisiz güç kaynaklarını kullanmaktır. Bu cihazlardaki rekabet, fiyatların düşüşüne

ve dolayısıyla birçok kimse için bu aletlerin alınmasını akıllıca ve işlemin devamını isteyenlere zorunlu kılmıştır.

BEKLENİLMEYEN SORUNLAR

Bu güç kesintisi veya düşüşü tek başına çalışan sistemlere yaptığı etkiyi dağıtılmış sistemlere de yapar. Ama gelişmiş sistemler için daha nazik bir sorun ortaya çıkar. Bu da, bu tür sistemlerin gücün tekrar gelmesiyle otomatik olarak başlamasıdır. Bu tür sistemlerde üstüste düşen birkaç yıldırımdan veya otomatik olarak anahtarlanan devrelere sahip elektrik sistemlerinin yol açtığı hasarlar pekçoktur.

Bu basit yalnız duran sistemlere ek terminaller ağa ve veri hattına bağlanmalar oldukça, ani artışlar sonucunda meydana gelebilecek hasar ihtimali artar. Hatta sadece yazıcıya bağlı bir PC bile tehlikede olabilir. Bunun sebebi de iki aletin fişlerinin

değişik prizlere takılmış, bu prizlerinde değişik fazlardan beslenmiş olmasındandır.

Güç hattındaki artışlardan kaynaklanacak hasar veya karışıklığa ek olarak veri-hattı giriş ve çıkış terminalerinde hasara, yol açabilir. Bu tür hasarlar veri hattından birkaç şekilde gelebilir. Birincisi, veri kabloları anten gibi elektromanyetik alanlardan geçerken enerjiyi toplar ve bunu dağıtır. Bu enerji daha sonra gürültü veya voltaj farkı olarak verici veya alıcı durumundaki bilgisayar ya da terminallerinin giriş veya çıkış portuna etki eder.

Bu problemin önemi, veri hattı uzadıkça artar. Buna örnek olarak kullanıcı bilmese de bilgisayarın çıkış terminalinde bir koruyucu olabilir ama yine de veri hattındaki bu ani artışlara karşı çok az şey bildiğinden buna karşı önlem almak çok zordur.

Kısa mesafeler için mevcut korunma yöntemleri yeterli olsa da uzun mesafeler için yeni metodlar gereklidir. En son geliştirilen korunma yöntemi ise metal muhafaza kullanılmayan fiber-optiklerdir. Hatta, bunlar gürültüye karşı bağışıklık sağlarlar.

Bir başka tehlike kaynağı da, bu ani artışlar sırasında normal olarak toprak seviyesinde olan potansiyellerin değişmesidir. Birçok veri hattı (zırhta veya ayrı bir iletkenle gönderilen) referans sinyali ile çalışır. Bu sinyal ise cihazın şasesine bağlıdır. Son olarak bu şase National Electric Code (Amerikan Milli Elektrik Kanunu)'a göre güç kablusunun toprak hattına bağlıdır. Yani, bir yıldırım düşmesi ile ya da güç sistemindeki bir arızadan dolayı toprak iletkenine bir akım verilirse, veri hattının iki ucundaki topraklanmış noktalar voltaj farkı meydana gelir ve veri hattının iki ucu arasında istenilmeyen bir akım oluşur ki bu da büyük bir ihtimalle çıkış terminalerindeki kapasitenin üzerindedir.

Önlem olarak eğer önceden anlatılan fiber-optik hat de-

ğilde klasik iletkenler veri hattı olarak kullanılacaksa bu hatta da güç hattındaki benzer bir koruyucu koymak gerekir. Güç hattındaki aletler yüksek voltajı durdurup yüksek frekansları filtre ederek çalışırlar. Ama bu veri hattında yapılamaz çünkü bu durum sinyali bozar. Onun için bu aletlerin veri hattında kullanılması ancak yazılım destekli bilgisayarlarda mümkündür.

YAN ETKİLER

Hasarı önlemek için gerekli olan cihazlar güç ve veri hattına bağlı iki ayrı ani artış bastırıcısı olarak görülebilir. Fakat bu yanlıştır çünkü bu bastırıcılar çalışırken veri hattını tehlikeye sokmak gibi bir yan etki gösterir ki bu durum son zamanlarda anlaşılabilmiştir.

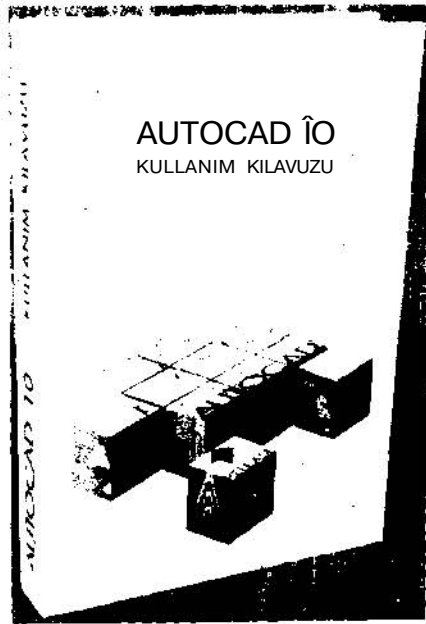
Bir başka hasar verici olayı senarize ederek anlatalım. Gelen telefon hattı, gaz tüpü ve karbon blokları gibi ani artış bastırıcıları ile desteklenmiş olsun. Bu bastırıcılar gelen ani artışları en yakın topraklanmış iletkeğe genellikle de su tesisatına aktaracaktır. Bilgisayar ya da modem üreticisi firma da bilgisayar-telefon hattının bağlantısı için koruyucuları aletin içine yerleştirmiş olsun. Son olarak da, ani artışların olabileceğini tahmin eden kullanıcı bilgi-

sayarına dışardan bir bastırıcı takmış olsun. Bu durum da veri ya da güç hattına bir artışın gelmesi ile takılı cihazlardan biri bunu en yakın toprağa iletecektir. Oysa bu toprağın, diğerlerinin bağlı oldukları toprak ile aynı olması ihtimali hayli azdır. Böylece toprak iletkenindeki bu artış akımı bir tarafın potansiyelinin diğerinden fazla olmasına yol açar. Sonuçta da veri hattı çıkış terminaleri tehlikeye girer.

Bunun çözümü merkez santrallerindeki anahtarları korumak için telefon şirketlerinin kullandığı "toprak penceresinin bir minyatürünü buraya uyarlamaktır. Bu "pencere" bir oda ya da kattaki tüm kabloların toprak iletkenlerini, zırhlarını ve koruyucu cihazların topraklarının bir yerde toplanıp birbirlerine bağlanmasıyla olur. Böylece o alandaki hiçbir alette potansiyel farkı gözükmez.

Bazı firmalar ise bu fikri, güç ve veri hattı ani artış bastırıcılarını aynı kutuya yerleştirip (böylece aynı toprağa sahip olmalarını da sağlayıp) taşınabilir tek cihaz haline getirerek kendi alanlarına uyarlamışlardır.

Bütün bu anlatılanları bir yana bırakırsak, tabii ki en kolay korunma şekli bilgisayarı kullanmıyorken dış dünya ile olan bütün bağlantılarını kesmektir.



AUTOCAD 10 TÜRKÇE KULLANIM KILAVUZU ÇIKTI

Tüm mühendis, mimar, tasarımcı ve teknik ressamlar için AutoCAD'i tam kapasite ile kullanmanın tek yolu. Akıcı bir türkçe ve doğru CAD terimleri kullanarak Autodesk'in telif hakları ile MNG Bilgisayar A.Ş. tarafından hazırlandı.

TÜM ODA BİRİMLERİMİZDE, ŞUBELERİMİZDE
TEMSİLCİLİKLERİMİZDE;
Öğrencilere, üyelerimize % 10 indirim.

- 479 sayfa
- 21x30
- Ekstra birinci sınıf kağıda ofset baskı
- İplik dikişli, lake cilt kapaklı
- 212.000 TL

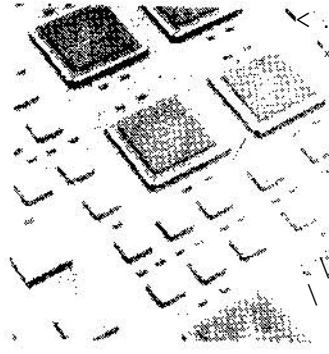
Posta ile başvurular şu adrese yapılabilir:
Elektrik Mühendisleri Odası İhlamur Sok. 10/1 Kızılay/ANKARA

1990'LI YILLARDA SAYISAL TÜMDEVRELER

Yazan: Dave BURSKY (")

Çeviren: Meltem KARAASLAN ()

Sayısal devre tasarımcıları için önümüzdeki on yıl tümdevrelerde yeniliklerle dolu geçecek. Galyum-arsenit ve yarım mikron boyundaki silikon transistörlerin üretilebilmesi, 3-4 katmanlı metal bağlantıların mümkün olması bu yeniliklerin arasında en önemlileri. Geçen on yılda, tümdevrelerin içine sığabilen transistörlerin sayısında büyük bir gelişme oldu. 1980 yılında bu sayı 100.000 iken 190'da 1.2 milyon transistöre ulaştı. Bu hızla bu yüzyılın sonunda içinde 30 milyondan fazla transistörün bulunabileceği ve 0,25 mikronluk tasarım kurallarının kullanılacağı tahmin edilebilir. Bu kadar sayıda transistörün bir tümdevreye konulması da -doğal olarak- birçok soruna yolaçabilir: Hangi devreler böyle tasarımlara uygundur, böyle devreler yeterince nasıl test edilebilir ve böyle büyük tasarımlar nasıl genel amaçlı olabilir?



için de aynı oran söz konusudur.

Bu oranın artmasıyla birlikte ilginç bir soru aklımıza gelebilir: Bir yonga, içinde bir sürü bellek bulunan bir mikroişlemci midir? Yoksa içinde özel amaçlı belleği bulunan bir mikroişlemci midir?

Soru henüz önemli sayılmasa da, Özel Amaçlı Tümdevreler konusunu gündeme getirmektedir. (ASICs: Application Specific Integrated Circuits). ASICs, bir sisteme özel olarak tasarlanmış ve bu amaç dışında pek kullanılmayan devrelerdir. Bunlar arasında disk kontrol devreleri,

veri iletişim devreleri, grafik işlemcileri, mantık işlemcileri sayılabilir.

Tümdevrelerin boyutlarının 550-600 milin¹¹ ötesine ulaşması önümüzdeki yıllarda silikon tabletlerinin (wafer) büyümesine neden olacaktır. Devre alanlarının büyümesine karşın, yeni kullanılan fabrikasyon teknikleri ile bir silikon tablettinden çıkan işler yonga sayısının düşmesi engellenmektedir. Ayrıca taşbasması (lithography) tekniklerinin yardımıyla, artık aynı silikon tableti üzerine çeşitli türde devreler (analog ve sayısal) konulabilmekte, bu da birden fazla işlemcinin, bellek bloklarının, diğer destek fonksiyonları ile birlikte aynı silikon tablete koyularak üretilmesini mümkün kılmaktadır.

Paralel yapıların hesaplamaları hızlandırmasına karşın bu tür yapılar, seri sistemlerden daha fazla karmaşık yazılımlar gerektirmektedir. Paralel yapılar, silikon tabletleri düzeyine inerken programlama da gitgide güçleşmektedir ve bunun en önemli nedeni yazılım geliştirme araçlarının (software development tools) sınırlı olmasıdır. Yeni paralel yazılımların hızlandırılması ya da var olanların paralel yapılara dönüştürülmesi için çok iyi yazılım geliştirme metodlarına araçlarına gereksinim vardır.

Böyle sistemleri tasarlamak, analiz etmek, simülasyonlarını yapmak, yerleşim planını ve bağlantılarını yapmak için çok iyi yazılımlar gerektirmektedir, iyi yazılımların yanı sıra, milyonlarca transistörü ve kapıları kullanabilecek güçte bilgisayarlar da gereklidir. Günümüzün anaçatıları (mainframes), süper bilgisayarları ve güçlü istasyonları bu işin altından ancak kalabilmektedir. Aynı şekilde, milyonlarca transistörü kullanma yeteneğine sahip tasarım yazılımları da bulunmamaktadır. Üniversiteler ve bazı şirketlerde şu sıralarda yapılan araştırmalarla, daha hızlı öykünüm (simulation), optimum hücre yerleştirilmesi ve otomatik bağlantı yöntemleri konularında önemli ilerle-

Bu sorunların belki de en önemlisi bu kadar transistör ile ne yapılacağıdır. Çünkü mikroişlemciler ve bellek yongaları dışındabu kadar çok transistöre gereksinim duyan çok az genel amaçlı devre vardır. (Şekil -1)

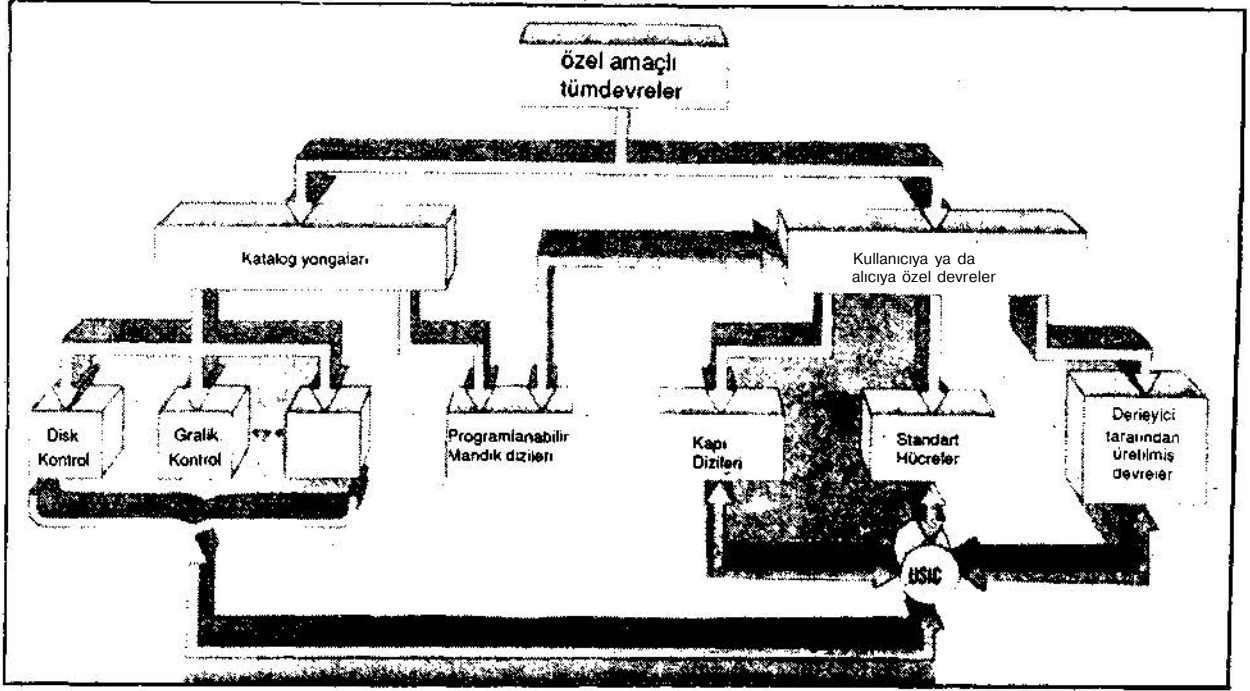
Geçen on yılda üretilen mikroişlemci devrelerinde büyükyazmaç (register) kütükleri (file) ve bellek devreleri bulunuyordu ve bunlar tüm devrenin içindeki transistörlerin az bir bölümünü kullanıyorlardı. Daha sonra üretilen gelişmiş, 32 ve 64 bit işlemciler, içlerinde daha fazla sayıda transistör kullanılan kaşe bellekler (on-chip memories), tamponlar (buffers) ve kayıt kütükleri barındırmaktadırlar ki bunlar yonganın içindeki toplam transistör sayısının yarısından fazlasını kullanırlar.

örneğin Intel'in 80486 mikroişlemcisinde 8 KB kaşe bellek vardır. Bu işlemcinin içindeki 1.2 milyon transistörün üçte biri bu belleklere aittir. Motorolanın 68040 işlemcisi

(*) Digital IC's in the 1990's: Nearly unlimited on-chip resources", Electronic Design, 11 Ocak 1990, Cilt 38, No: 1, s.79-89 (Yazı çok az oranda kısaltılarak Türkçeye çevrilmiştir.)

(**) Elektronik Design dergisi editörlerinden.

(-) TÜBİTAK Ankara Elektronik Araştırma Geliştirme Enstitüsü Tümdevre Tasarım Merkezi (TUTAM), ODTÜ.



Şekil 1: ÖZEL AMAÇLI DEVRELERİN Sınıflandırılması. Şekildende görüldüğü gibi, teknoloji ve yazılım kurtulan geliştikçe hemen her yeni VLSI devresi birASIC olacaktır.

meler sağlanmıştır.

ÖZEL DEVRELER

Bir tüketici için özel olarak üretilen devreler son zamanlarda şu üç isimden biri ile tanımlanmaya başlandı: Kullanıcıya özel devreler, alıcıya özel devreler ya da sisteme özel devreler (sırasıyla User-specified, customer-specified, system-specific IC's: USIC's, CSIC's, SSIC's) Bunlardan en çok kullanılanı ise USIC'dır. Bir tüketiciye özel olarak üretilen bir tümdevre, genellikle üretici firmasının kataloguna eklenir ve piyasaya sunulur. Bundan amaç ne kadar yonga satılırsa, üretim maliyetinin de o kadar azalacağıdır. Üretim açısından yonganın, kapı dizileri, standart hücreler ya da tam ısmarlama (full-custom) yöntemi ile yapılmış olması farketmez. Bir çok tümdevre üreticisi kapı dizilerini veya standart hücreleri kullanan standart ürünleri ya da blokları satmaktadırlar. Kapı dizilerinin ve standart hücrelerin özel amaçlı ya da kullanıcıya özel devrelerde kullanılmaya başlanması 1980'lerde olmuştur. Böyle özel devrelerin tasarımında önemli olan devre kütüphanelerinin sağlanması, mantık sentezi yapan yazılımların bulunması, yüksek düzeyde devre anlam dillerinin kullanılması ve tasarımcıya kolaylıkla sunulmasıdır. Bujür yazılımların sağlanması ile -doğal olarak- sistem tasarımlarına, tümdevrelerle çözüm bulma seçeneği artacaktır.

1980'lerde 100.000 transistör bir VLSI²² devresinin tasarımı iki yıldan fazla sürerken, günümüzde bunun on katı karmaşık bir VLSI devresinin tasarımı, dokuz aydan daha az bir süre almaktadır. Ayrıca bu süre, güçlü tasarım araçları ile daha da azalacaktır. Bugünün bazı yazılımları ile tasarımcı, mantık tanımlamasından bitirilmiş ve programlanmış özel amaçlı devreye kadar olan süreci, bir kaç

saat ya da gün içinde değişen bir sürede tamamlamaktadır.

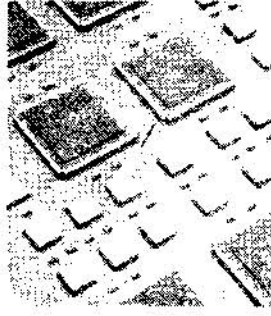
1980'lerin ilk yıllarında özel amaçlı tümdevrelere, baskılı devre kartlarının karmaşıklığını gidermenin bir yolu gözüyle bakılmıştı. Daha sonraları ise, tam ısmarlanmış bir tümdevreden daha ucuz olduğu için, bir sistemi pazara sunmanın ucuz yolu olarak ele alındı. USIC'ler günümüzde ve yakın gelecekte sistem tasarımı ve verimliliği için önemli bir anahtar olacaktır.

Sistem tasarımcılarının çoğunluğu kendi sistemlerini kendileri tasarladıkları için artık entegre tümdevreler, sistem tasarımında üzerinde durulan bir konu olmaktan çıkmıştır. Olaya bu şekilde yaklaşan bilgisayar üreticileri arasında Apple Computer, Digital Equipment Corp., IBM ve SUN Microsystems sayılabilir. Bu gibi şirketler kullandıkları özel amaçlı tümdevrelerle daha az güç harcayan, yonga sayısı ve maliyeti düşük, verimli ve güvenilir sistemler üretmektedirler.

Tümdevre tasarımı ve fabrikasyon teknikleri yoğunluk ve verimlilik açısından önemli aşamalar kaydettiler, örneğin 200.000 kapılık CMOS kapı dizileri piyasaya sürülmek üzeredir. Yakın gelecekte daha da yoğun devreler üretilmektedir. Belki de 1994'te yarım milyon kapılık yongalar, 0.8 mikronda üretilmiş devreler görebileceğiz.

Bir yongaya sığan kapı sayısı artarken, doğal olarak bacak sayıları da artacaktır. Günümüzde piyasada 400'e yakın bacaklı yongalar bulunmaktadır. Fakat halen kullanılan paketler (pin-grid array) içine yonganın konulması zor ve oldukça pahalı olduklarından yeni yongalara uygun değildir. Bu nedenle, firmaların çoğu daha kullanışlı ve ucuz paketler aramaktadırlar. Aynı şekilde, iki kutuplu ayıcı bağlaştık mantık dizileri (Bipolar emitter coupled logic gatearrays - ECL), Motorola'nın 50.000 kapı dizilik MCA4

ailesi piyasaya sunulmaya başlanmaktadır. Transistörlerin küçülmesiyle birlikte bugün kullanılan 1 -1.5 mikron ölçek yerine 0.8 mikrondan da aşağı inilecek ve kapı sayıları iki katına çıkacaktır. Halen piyasaya ECL dizileri sunan firmaların çoğunluğunun en az statik RAM (Random Access Memory - Rastgele erişimli bellek) türü vardır. Diziler büyüdükçe, firmalar RAM barındıran yongalarının kapasitelerini arttıracaklardır. Bazı firmalar diğer bazı standart işlevleri de (toplama, çarpma gibi) bu yongalara katmayı düşünmektedirler. Burada sorun, yongaya konulacak olan işlevlerin seçimidir.



Bipolar ve CMOS teknolojilerinin BiCMOS olarak birleştirilmesi, geçen yıl 106.000 kapılık dizilerin üretilmesini sağladı. Bu yonga bir ilk örnek olarak Texas Instruments tarafından Ismarlama Tümdevreler (Custom Integrated Circuits) konferansında sunuldu. Daha yüksek yoğunluklu yongalar da ortaya çıkmaktadır. Fujitsu Ltd. 200.000 kapılık BiCMOS yongasının ilk örneğini üretti. RAM blokları, yeni üretilen BiCMOS dizilerin içinde önemli yer tutacaktır.

iki yıl önce 6.000 kapının altında olan GaAs dizileri yakınlarında 30.000 kapıya ulaştı. (Fury ailesi, Vitessa Semiconductor) GaAs teknolojisinde beklenen gelişmeler, silikon tabletlerindeki bozuklukların azaltılması, tasarımcıların 1992'de kapı sayısını iki katına çıkarmalarını sağlayacaktır. Daha da ötesi, statik RAM blokları gibi yeni kapıların da eklenmesiyle, yongalar kayıt kütükleri ve yazboz (scratchpad) belleği olarak kullanılabilir. Şu andaki teknoloji, bir yonganın içine birkaç yüz bitlik bellek konulmasını mümkün kılmaktadır. Gelecekteki GaAs teknolojisi belki de birkaç bin bitlik belleği ve onbinlerce kapıyı aynı yongaya koyabilmeye izin verecektir.

Kapı dizilerindeki kapı sayısı ne olursa olsun, standart hücreli tasarımlar, aynı büyüklükteki tümdevreye kapı dizisinden % 50 ile % 100 arasında daha fazla sayıda kapıyı barındırabilir. Standart hücre fonksiyonları genellikle daha bütündür, daha az yer tutar, boşta kapı ya da transistor yoktur, çünkü aynı tasarım kuralları ile üretilmesine karşın, -kapı dizisindeki gibi- transistörler, kapılar ve metal bağlantılar belirlenmiş yerlere konmak zorunda değildirler.

Kapı dizileri ve standart hücre tasarımlarında kullanılan devre kütüphaneleri gitgide daha da karmaşıklaşmaktadır. Geçen on yıl, çözücülerden (decoder), iki duraklılardan (Flip-Flop), ve basit mantık kapılarından oluşan kütüphaneler ortaya çıktı. 1980'lerin sonunda ise hücrelerin işlevleri karmaşıktı ve 8-16 bit mikrodenetleyici (micro-controller) blokları görüldü. (Harris Semiconductor, Intel Corp., Motorola, RTX, 8051 gibi) Bunlara mikroişlemci çevre birimleri, veri iletişim denetleyiciler, derleyici RAM ve ROM'lar, veri yolları ve çarpıcılar da katıldılar, önümüzdeki beş yıl içinde bu kütüphaneler, daha karmaşık mikroişlemcileri de kapsayacaklardır. Zilog Inc., üstün tümleştirme (Superintegration) adı altında bir standart hücre yaklaşımı ile Z-80 (8 - bit mikroişlemci) gelişmiş veri

"Yonga üreticisi firmalar, şimdiye kadar bilinen diziler dışında, yeni alanlara yöneldi. Bu yeni alanlar arasında, durum makineleri ve veri anayolu arabirimleri sayılabilir."

iletişim denetleyiciyi kullanmaktadır. Önümüzdeki yıl içinde Zilog Inc., 16 bit Z8000'i kütüphanesine koymayı planlamaktadır.

Motorola ve intel de kendi mikroişlemcilerini standart hücre kütüphanelerine koyma yolundalar. 1991 yılında, Motorola 68000'i (16 bit mikroişlemci) bir kütüphane elemanı olarak çıkarmayı umuyor. Bunlara benzer çabalar, LSI Logic ve VLSI Technology firmalarında da görülmektedir. Onlar da 32 - bit RISC işlemcilerini ve yardımcı birimlerini 1991'in başlarında kütüphanelerine koyabileceklerini önesürüyorlar. LSI firması, MIPS bilgisayar sistemlerinin R2000/3000 ailesine ve Sun Sparc işlemcilerine, VLSI Tecnobgy ise ACORN olarak bilinen bir RISC işlemcisine sahiptirler.

Kapı dizisi ve standart hücrelerle yapılan tümdevreler tasarımında kullanılan hücre kütüphaneleri tasarımcının üst düzeydeki hiyerarşide çalışmasıdır (Tasarımcıya düşen iş, elinde bulunan kütüphanedeki hücreleri kullanarak devresini tasarlamaktır. Hücrenin içi kütüphanenin sağlandığı firma tarafından tasarlanmış, üretilmiş ve çalıştırılmıştır.) Kapı dizilerinde, tasarımcılar daha karmaşık programlanabilir mantık devreleri kullanarak (field-programmable gate arrays) kütüphane hücrelerini daha geniş bir alanda kullanabilir.

PROGRAMLANABİLİR DEVRELER

1970'de ilk PROM'un ve programlanabilir mantık dizilerinin bulunmasından sonra, tasarımcılar oturdukları yerden devrelerini tasarlama olanağına sahip oldular. Ancak, daha yoğun Bipolar, CMOS ve GaAs'ların geliştirilmesiyle birlikte, yongaların içine konan transistor sayısı arttı ve bu avantaj tam ismarlama yönteminin, daha uzun bir süre gerektirmesine karşın, kapı dizileri ile rekabet etmesini sağladı.

Programlanabilir mantık dizilerindeki son gelişmeler, bir yongaya konulabilen kapı sayısını 20.000-40.000'e yükseltebilecektir. Yonga üreticisi firmalar, şimdiye kadar bilinen diziler dışında, yeni alanlara yöneldi. Bu yeni alanlar arasında, durum makineleri (state machines) ve veri anayolu arabirimleri (bus interfacing) sayılabilir. RAM bloklarının da eklenmesiyle birlikte, programlanabilir yongaların işlevsel yoğunlukları artacaktır.

Karmaşık ve programlanabilir devrelerin karşılaştırılmaları, yapılarında çeşitlilik gösterdikleri için zordur. Birbirine çok benzeyen kapı dizileri olarak Actel Corp.'dan ACT dizileri ve Plessey'den ERA ailesi sayılabilir. RAM'li kapı dizilerini piyasaya süren firmalar arasında Xilinx ve Plus-

Logic sayılabilir. Tüm bu saydığımız yeteneklerine karşın kapı dizileri bütün devre işlevlerini yerine getiremezler. (Kapı dizileri ile her devrenin kolaylıkla tasarlanabileceğini söylemek yanlış olur.) Günümüzde, kapı dizileri kolay bir yöntem olarak kabul edilse de 2 - 4 haftalık bir bekleme (tasarım süresi) bile bazı uygulamalar için çok geç sayılabilir. Neyse ki, bu kısa tasarım süresini %50 oranında azaltabilen bazı firmalar bulunmaktadır.

Bir yongaya konulan kapı dizisi sayısını artırmak için, yonga üreticilerinin transistörleri küçültmeleri, yonga içindeki istenmeyen direnç ve sığalarında (capacitance) azalmasına neden oldu. Transistörlerin sığalarındaki düşüş, devrelerin hızlanmasına yol açtı. Böylece, daha yüksek frekanslarda çalışan devreler elde edildi.

Günümüzün MOS transistörlerinin kapı uzunluğu 0.8 mikron ve yüksek anahtarlama (switch) zamanları 400-500 pikosaniyedir.³⁷

Bu hızla bir iki-duraklı devresi 200 MHz hıza ulaşır. Transistör boyutlarının daha da küçülmesiyle (0.5 mikron ve altı) daha hızlı transistör ve kapılar yapılması mümkündür.

CMOS devreleri kullanılarak gerekli gücü ve iki kutuplu eleman sayısını enaza indiren BiCMOS dizileri, yalnız CMOS'lu benzeri devrelere göre çalışma frekansında % 50'lik bir iyileşme sağlıyorlar ve daha iyi akım verirler. Bu tür kapılarda, anahtarlama zamanı (switching time) 200 ps'den az olabilir. Fakat BiCMOS devreler, CMOS ve Bipoları birleştirdiği için tek tür devrelere oranla maliyeti % 25 ile % 50 artırırlar ve bu nedenle çok yaygın değildir. BiCMOS fabrikasyon aşamalarında yapılacak olan basitleştirmeler maliyeti CMOS devreleri küçüldükçe artmaktadır. 1995 yılında, BiCMOS ve CMOS devrelerin maliyeti arasında farkın % 10'a düşeceği tahmin edilmektedir.

Son zamanlarda, GaAs yongaları ECL yongalarının karmaşıklığına yaklaştı ve bu nedenle şimdi bu iki teknoloji arasında yüksek hıza ulaşmak için bir yarısı var. ECL ve GaAs dizilerinin, 40 pikosaniyelik anahtarlama zamanına (switching time) sahip olduğu biliniyor. İki duraklıların anahtarlama zamanı ise 2-3 GHz'e kadar çıkmaktadır. Bu hızlar yayıcıları (emitter) 1-1.5 mikronluk iki kutuplu transistörlerle sağlanırken, GaAs transistörleri 0.8-1 mikron kapı uzunlukları ile aynı hızla ulaşmaktadırlar.

GaAs devrelerinin çoğunluğu MESFET transistörleri ile yapılır. Fakat yeni GaAs yapıları, çok eklemli iki kutuplu (heterojunction bipolar) transistörleri gibi, MESFET ile yapılan devrelerin çalışma frekanslarının iki-üç katına çıkabileceklerdir. Çok eklemli iki kutupların silikon tabletlelerinin işlenmesi çok karmaşıktır ve bu tür devrelerin maliyeti çok yüksektir. Bu iki etken nedeni ile firmaların çoğu, çok eklemli çok kutuplu transistörlü GaAs'ların 1993-1994 yıllarında önce ekonomik olarak üretilemeyeceği görüşündeler.

Silikon ECL üretim süreçlerinde yapılan en son yenilikler, kapı başına güç kaybını ve diğer kayıpları azalttı. Bu süreçler sayesinde soğutma gerekmeden 30.000 - 50.000 kapılı bir yonganın harcayacağı güç 30-40 W oldu. Bu yeniliklerin en bilinenleri Mosaic 4 (Motorola bu yöntemi MCA4 ailesinin üretiminde kullanır.) Aspect III (National Semiconductor'dan) ve Esper (Fijitsu'dan) sayılabilir.

Son zamanlarda, 50.000 kapılı yongalar, bazı karmaşık sistemlerle birleşik olarak üretilmektedir. Bu da bir baskılı devre kartı üzerinde yer alan yongalar arasında bağlantıları azaltmakta ve sistemin verimliliğini artırmaktadır. Azaltılmış komutlu bir işlemci (RISC) bir yongaya, matematik işlemci diğer bir yongaya sığabilmektedir. Kapı sayıları 100.000'lere doğru ilerledikçe karmaşık komutlu işlemciler de bir iki kutuplu bir yongaya sığacaktır.

Bir yongaya konulan kapı sayısı arttıkça, yonga içindeki bu kapıların birbirlerine bağlanması sorun yaratacaktır. Bir önceki kuşak CMOS dizilerinde, yeterli bağlantı için ikinci metal katmanı eklenmişti. Kapı sayısı 200.000'e varan yongalarda, kapı kullanımı % 50'ye çıkarmak için 3. ve hatta 4. metal katmanlarına gereksinim duyulacaktır. CMOS üretiminde metal katmanlarının sayısını artırmak güvenilir bir yol değildir. Çünkü arka arkaya yapılan taş-baskılar, yüzeyin düzgünlüğünü azaltmaktadırlar. Bunu düzeltmek için ek olarak metaller arasına yalıtıcı koyma işlemine gerek vardır. Eğer yonganın yapısında az bağlantı varsa, kapı dizilerinin arasında bağlantı için ayrılmış alanlar az kullanılacaktır. Yaklaşık 20.000 kapılı veya daha fazla yoğunluklarda ortak kullanılan sıra ya da kolon yapısı verimsiz kalmaktadır. Bu tür yapılar genellikle uzun sıralar halinde dizili çoklu transistör hücrelerinden (her hücre için 4 ya da 6 transistör) oluşur. Sıralar bağlantı kanalları olarak kullanılacak boşluklarla birbirlerinden ayrılırlar. Bu yaklaşım, yonga alanının kötü kullanımına yol açar, çünkü metal bağlantılar için yonga alanı gerekseydi onların yerine daha fazla hücre konulabilirdi.

Bir yonga için konulan çok sayıda mantık kapısı çoğu tasarımcının gereksinimlerini karşılar, fakat, tasarımlarda gerekebilecek olan bellek gereksinimlerini karşılayamaz. Yonganın belirli bir alanının, fabrikasyondan önce RAM'e ayrılması yonganın içindeki kapıları kullanarak yapılabilecek bir bellekten daha verimli olacaktır.

Yonganın içinde bu kadar çok kapı olması, devrenin test edilebilirliğini sağlamak için yonganın içine bir test devresi ekleme gerekliliğini getiriyor. Şimdiye kadar çok çeşitli test teknikleri ortaya kondu. Bunlardan çoğunluğu LSSD'ye (Level Sensitive Scan Design-Düzeye duyarlı paramalı tasarım) dayanmaktadır. Bu test devrelerinin doksanlı yıllarda da kullanılacağı tahmin edilebilmektedir, çünkü bu teknik diğer tekniklere göre, yonga içinde daha az yer kaplamaktadırlar. Entegre devre tasarımında kullanılan yazılımları geliştiren firmalar, LSSO devrelerinin içine otomatik test vektörlerini çıkaran bir devre ekleme konusunu da araştırmaktadırlar. LSSD'ye dayanan diğer bir teknik de yalnızca yonganın iyi test edilmesini sağlamakla kalmamakta ayrıca bu yongaların oluşturduğu bir sistemi de test edilebilir yapmaktadır. (Dual scan rings-Çift tarama halkaları)

Test konusuna diğer bir yaklaşım da JTAG'tan (Joint Test Automation Group) gelmektedir. JTAG'ın geliştirdiği teknik daha sonra bir IEEE standardı oldu (IEEE 11498), Birden fazla yonga bağlanarak JTAG standardı ile test edilmiş ve bu standardın test zamanını azalttığı sonucuna varılmıştır. JTAG standardı diğer bir çok şirket tarafından denenmiş ve hücre kütüphanelerine konulmuştur.