

çok yenidir, ancak son birkaç yüz yıllık, daha cömertce bir tahminle son birkaç bin yıllık bir geçmişe sahip yapay bir olgudur. Oysa insanın ruhen ve bedenlen şekillenmesi, yüzbinlerce yıldan beri, uçsuz bucaksız sere serpe uzanan, el değmemiş, insan türü sayısı pek az olan, asrımızın her türlü kargaşasından uzak bir doğal çevre

şartları altında oluşmuştur. Bu yüzden Doğa Ana, insan türünün kısa süreli amaçları uğruna, kendisinin bölük-pörçük, delik-deşik, kirli-paslı edilmesini asla hoş görmeyecek ve doğa tahribi devam ederse, bu şımarık türü de, diğer yüz milyon tür gibi, neslini tüketerek cezalandıracaktır.

İŞLEM AYGITLARININ GELİŞMESİ

Ö. TÜZÜNALP

İşlemlere yardımcı olabilecek aygıtların kullanılması çok eski zamanlara kadar gider. ABACUS bunlardan biridir. İşlem aygıtlarının kullanılması 17. asırdan bu yana giderek artmıştır. İlk masa işlem aygıtı 1642 tarihinde PASCAL tarafından ileri sürülmüş aynı yıllarda sürgülü işlem cetveli kullanılmaya başlamıştır. Bunu takip eden yıllarda işlem aygıtları iki ayrı yolda gelişmelerini devam ettirmişlerdir. Bunlardan biri sayısal işlem aygıtları diğeri ise benzer işlem aygıtlarıdır. İlk sayısal işlem aygıtı CHARLES BABBAGE (1792 - 1871) tarafından düşünülmüş ve gayet karmaşık iki makine yapılmıştır. Bunlardan biri —Fark Makinesi— toplama işlemini yapabilmekteydi. Bu makinede toplama işlemi mekanik olarak dişlilerle yapılmaktaydı. BABBAGE'in gayesi fonksiyonları işlemleyen bir makine yapmak ve fonksiyonların farklılık özelliklerinden faydalanarak matematiksel tablolar hazırlamaktır. Bu gaye için öncelikle x^2 değerlendirilmesi için farklılıklar işlemi yapılmıştır. Bu işlem aşağıda gösterilmektedir:

x	x^2	İlk Fark	İkinci Fark
10	100	—	—
11	121	21	—
12	144	23	2
13	169	25	2
14	196	27	2

Görüldüğü gibi ikinci fark her zaman değişmez olarak 2 kalmaktadır.

Farklılıkların uygun bir şekilde toplamı x^2 'in değerini vermektedir. Bu yapılması gereken yegâne aritmetik işlemidir. Mekanik bir bozukluk olmadığı takdirde, çözümün hassasiyeti makinenin çalışacağı anlamlı rakamların sayısına bağlıdır. Yukarıda verilmiş örnekte, makina üç

anamlı sayı ile hassas olarak doğru çözümlü vermektedir. Farklılık makinesinin ilk çalışan örneği 1822'de teşhir edilmişti. Bundan sonra BABBAGE çalışmalarını hızlandırmış 20 desimal yerli ve altıncı kademede çalışan daha büyük farklılık makineleri yapmıştır. Bu proje, daha da ileri gitmesi şiddetle arzu edilmesine rağmen hükümetin desteğinin kesilmesi sonucu terk edilmişti. BABBAGE'in ikinci makinesi modern sayısal bilgisayarların ilk müjdesini veriyordu. Bu makineye AYIRICI MAKİNA adı verilmiş ve projeye 1833 tarihinde başlanmıştır. Fakat yapımı çağdışı olarak nitelendirilmişti. BABBAGE'in çalışmaları sonra bir asır kadar bir zaman unutulmuştur. BABBAGE'in saptadığı esaslar önce ABD ve İngiltere'de yapılan elektronik sayısal bilgisayarların öncüleri tarafından 1940'larda tekrar keşfedilmiştir.

LORD KELVİN (W. Thompson) konuya sonradan değişik bir yaklaşım getirmiştir. 1876 yılında Royal Society'ye verdiği iki makale ile mekanik entegratörler ve mekanik toplayıcıların birbirine bağlanıp ikinci dereceden devamlı bir differansiyel denklemin nasıl çözülebileceğini göstermiştir. Bir mekanik entegratörün bir şekli kardeşi (J. Thompson) tarafından bir yıl önce yapılmıştır. Aşağıdaki şekillerde iki çeşit mekanik entegratör gösterilmektedir. Bunlardan ilki disk ve tekerlek tipidir (Şekil 1).

Burada bağımsız değişken şaftın dönüşüdür. Sürtünme tekerleğinin şaftın merkezine olan mesafesi ayarlanabilir olup, şaftın δx radyanlık küçük bir dönmesine, tekerleğin δy radyanlık küçük bir dönmesi tekabül eder.

Bu bağıntı

$$\delta y = c_1 \cdot r \cdot \delta x$$

olarak ifade edilmekte ve burada c_1 , bir sabiti ve r de şaftın sürtünme tekerleğine olan mesafesini göstermektedir. Tekerleğin tüm dönüşü r 'in x 'e göre integralini ölçmektedir.

$$y = k \int r dx$$

Radyan olarak tüm dönme açısı (tekerleğin dönürüldüğü açı) çıkışı vermektedir.

İkinci olarak, değişik bir entegratör projelendirilmiştir (Şekil 2). Bu J. THOMPSON'un bilya ve disk entegratörüdür.

J. THOMPSON'un entegratöründe bilya, tanjansial hareketten geri tutulmuş olup radyal olarak entegre edilecek büyüklükle orantılı bir şekilde hareket edebilmektedir. Burada da bağımsız değişken diskin dönüşü olarak alınmış olup δx radyanlık diskin küçük bir dönüşü için silindirin δy radyanlık bir dönüş yapmakta ve bir önceki entegratörde olduğu gibi

$$d^2 y = c_2 r^2 dx$$

ve silindirin tüm dönüşü çıkışı olarak alındığında

$$y = c_2 \int r dx$$

entegral işlemi elde edilmektedir.

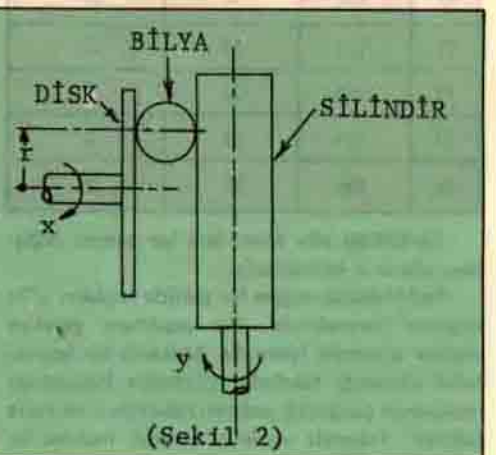
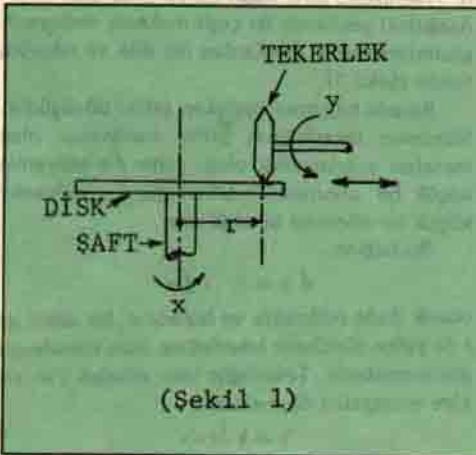
Maalesef her iki tip mekanik entegratörde kayma yapmadan dışardan uygulanan bir yükü taşıyamamaktadır.

Çeşitli mekanik toplayıcılar J. THOMPSON tarafından geliştirilmiştir. Bunlar genellikle, dişlilerle farklılık işlemlerini yapan makinalardır. (Otomobillerin differansiyelleri gibi). İki taraftan S_1 ve S_2 radyanlık bir giriş dönüşü istendiği zaman çıkış S_3 ve S_3 'nin farkına eşit üçüncü bir shaftın dönüşüdür. Bu nevi makinalar hâlâ bilhassa otomatik kontrol ve havacılık ölçü aygıtlarında yakın zamanlara kadar kullanılmaktadır.

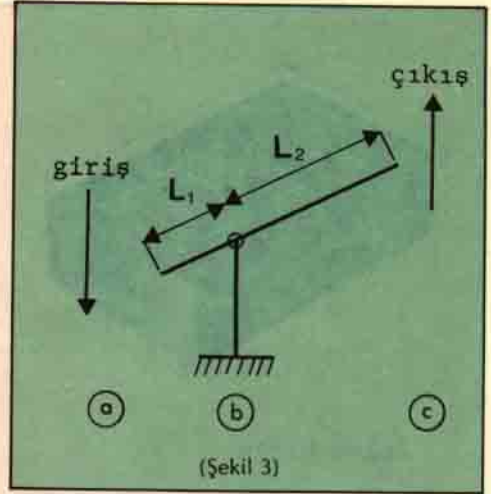
Bu ilkelerden hareket ederek 1931 yılına kadar hiç bir işlem makinesi yapılamamıştır. 1931'de V. BUSH, M.I.T. de sonradan — mekanik farklılık ayırıcısı — olarak nitelendirilecek olan ilk nesil makineleri gerçekleştirmişti. Mekanik farklılık ayırıcısının her ünitesi, entegrasyon, toplama vs. gibi bir tek işlem yapabiliyordu. Girişler çözülecek problemin değişkenle-

rini uygun ıskalalarla gösterip shaft dönüş açılarına çevirmeni sağlamak şeklinde veriliyordu. Değişik üniteler arasındaki bağlantılar, çözülecek denklemin terimlerini mekanik ölçülere çevirerek değişik shaftların bağlanmaları ile oluyordu. Sonra bağımlı değişkeni gösteren shaftın dönüşü ara bağlantılar ile gösterilmiş, denkleme uygun olarak diğer shaftları sürmekteydi. Bütün differansiyel denklem çözen makinelerde en yüksek türev öncelikle gözönüne alınır ve bir shaft dönüşü olarak mevcut addedilir ve makinenin ilk entegratörüne uygulanırdı. Bu durumda bağımsız değişken zaman olur ve entegratör shaftlarının uyumlu bir şekilde dönmesi ile sağlanırdı. Böylelikle örneğin, ikinci türevin entegrasyonundan sonra birinci türev elde edilir ve bu ikinci bir entegratöre uygulandıktan sonra çıkış değişkeni elde edilirdi. Çıkış değişkeni işaret değiştiren bir üniteye gönderilip ilk entegratöre giriş olarak kullanılırdı. Halkanın bu şekilde kapatılması farklılık ayırıcısının ana niteliği idi.

Kapalı halka işlemini öncelikle LORD KELVIN, ikinci derece differansiyel denklemini çözme gayreti içinde kullanmıştır. Öncelikle LORD KELVIN ikinci derece sistemi bir makineye çözdürmeği düşünmüş ve açık bir halka teşkil eden iki entegratörü seri bağlamıştı. Böylelikle ilk entegratörün girişine uygulanan herhangi bir fonksiyonun ikinci entegratör çıkışı kaydedilmişti ve bu çıkış tekrar ilk entegratörün girişine beslenmişti. Bu süreç giriş ve çıkışlar eşit oluncaya kadar tekrar edilmişti. Bilâhare, differansiyel denklemin devamlı ve otomatik çözümünü için KELVIN iki entegratör arasındaki bağlantıyı yapmış böylelikle ilk defa kapalı halka sistemini vücuda getirmişti. KELVIN kendi sözleri ile bu buluşu "İkili makineye beslenen ve ondan çıkan fonksiyonlar arasındaki mecburi uyuşma" olarak



nitelendirmişti. Bu fikir mekanik farklılık ayırıcısının ve elektronik işlem makinelerin temeli olduğu gibi günümüzün otomatik kontrol, siberetik gibi yeni bilim dallarının doğmasında en büyük katkıyı yapmıştır. Mekanik benzer işlem elemanlarının mekanik ataletleri dolayısıyla çalışma sürati yönünden yavaş olmaları, istenilen işlem hassasiyetini sağlayamamaları, sürücü güç gerektirmeleri, fazla hacim kaplamaları, sık sık bakım ve ayarlama istemeleri, matematiksel işlemleri elektronik imkânlarla yapmak gereksinmesini doğurmuştur. Burada da tekrar çok basit fakat etkili bir mekanik benzer işlem aygıtı model olarak seçilmiş, bu aygıtı elektronik olarak gerçekleştirme olanakları araştırılmıştır. Bu mekanik model ideal bir kaldıraçtı (Şekil 3).

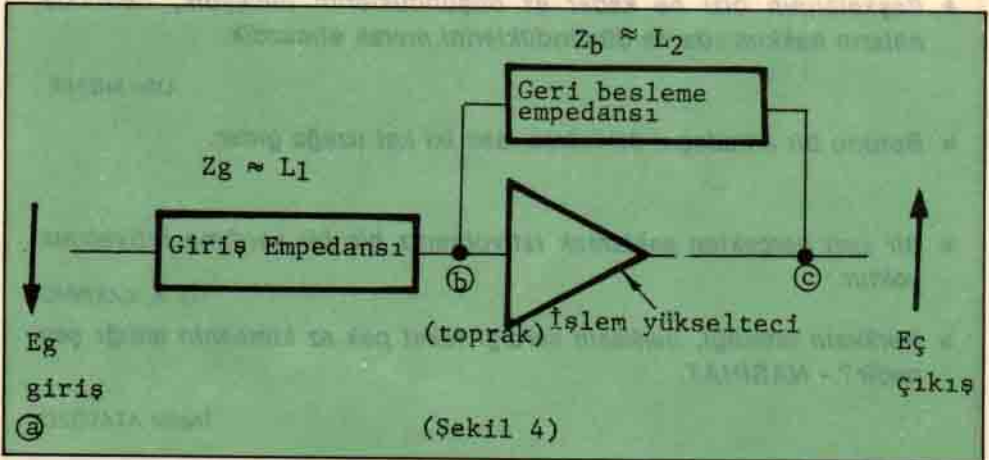


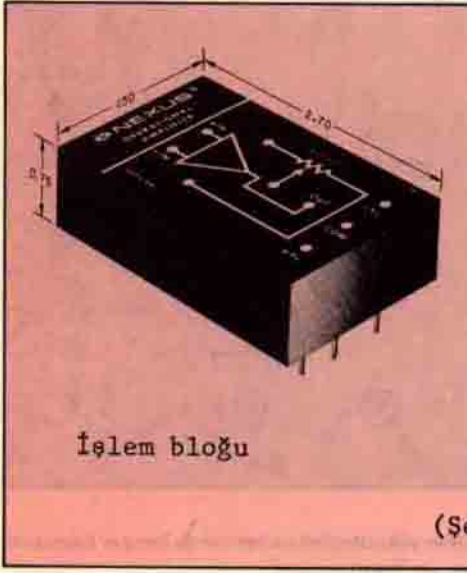
işlem yükselteçleri sistemine de benzer bilgisayar adı verilmişti.

Mekanik kaldıraç modelinde giriş ve çıkış elektriki potansiyele ve kaldıraç kollarının L_1 ve L_2 uzunlukları elektriki empedansa benzer alınmıştır. (b) dayanak noktasının kaldıraçın tüm boyuna göre yeri L_2/L_1 oranıyla tarif edilmiştir. Böylelikle L_1 giriş elemanını L_2 ise de geri besleme halkası elemanını temsil etmekteydi. İkinci Dünya Savaşını izleyen yıllarda kaydedilen teknolojik gelişmeler, kaldıraç modeline namzet olarak yüksek kazançlı, yüksek kararlılıklı doğru akım yükselteçlerini çıkarmıştı. Bu yükselteçlerle matematiksel fonksiyonların elektriki benzerleri için geri besleme halkalarının yapılmasını kolaylıkla sağlamaktaydılar. Bu yükselteçlere sembol olarak üçgen seçilmiş ve adlarına da matematiksel işlemlerin benzerlerini yapabildikleri için işlem yükselteçleri denmişti. Böyle bir işlem yükseltecinin elektriki şeması Şekil 4'de verilmiş olup mekanik kaldıraç ile benzerliği de işaretlenmiştir.

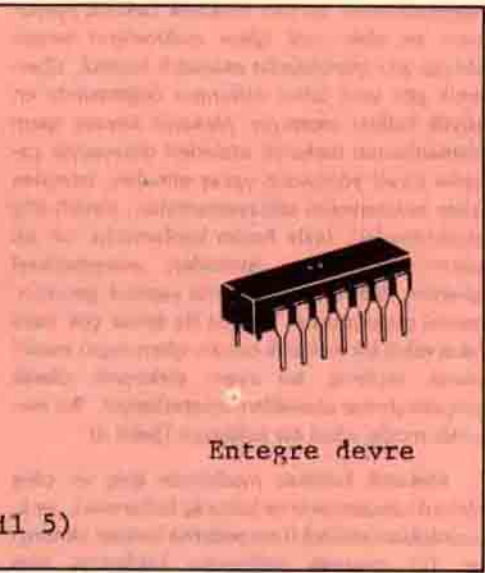
İlk işlem yükselteçleri termo-iyonik lambalarla, kesicilerle, ve iletim amaçları için geliştirilmiş rezistans ve kondansatörlerle gerçekleştirilmişti. Fakat sonradan benzer ölçü, işaret şartlama ve kontrol sistemlerinin gerektirdiği yüksek güvenilirlik, kararlılık ve uzun hayat şartları gibi unsurlar ehemmiyet kazanmış ve böyle sınırlamaların çözümü yoluna gidilmişti. 1957 yılında, yarı geçirgenlerin işlem yükselteçlerinde uygulanabilir seviyeye gelmesi ile termoionik lamba yerine transistörlü işlem yükselteçleri bazı uygulamalar için kullanılmışsa da ancak 1961 yılında transistör teknolojisine planar süreci uygulanması ile kesicisi olmayan fakat kesicili ve lambalı işlem yükselteçleri ile aynı işlem kalitesinde tüm transistörlü işlem yükselteçleri geliştirilebilmişti. Hatta tek tek elemanları

Matematiksel bir fonksiyonu benzetişim metodları ile çözmek üzere kullanılan bir çok





İşlem bloğu



Entegre devre

(Şekil 5)

bloklar içine koyarak işlem blokları yaratılmıştı (Şekil 5).

1965 yılına kadar bu işlem bloklarından yararlanılmış NPN ve PNP tipi transistörlerin difüzyonunun katı hal fizikçilerinin gerçekleştirilmesi sonucu, bloklardan entegre devrelere geçebilme olanağı ile kalitede büyük aşamalar yapılmış hem de bir entegre devre işlem yükseltecinin fiyatı, tek tek elemanlardan ibaret bir işlem yükseltecinin bir tek elemanının fiyatına malolabilirliği sağlamıştır.

Bu arada alan etkili metal oksit yarı geçirgenler (MOS) geliştirilmiş ve bu transistörlerin entegre devrelere katılabilmesi sonucu 10^{-14} A mertebesinde giriş akımlı ve birkaç Ohm'luk çıkış empedansı olan, kapalı halka kazançları emniyetle 10^3 civarında olan işlem yükselteçleri yapımı başlamıştır. Bunlar günümüzde evimizdeki radyo ve televizyondan en karmaşık bilgisayar sistemlerine kadar çeşitli alanlarda kullanılmaktadır.

- **Mutluluk, elin yetişebileceği çiçeklerden bir demet yapmak sanatıdır.**

Bob GODDARD

- **Başkalarının bizi ne kadar az düşündüklerini bilseydik, herhalde onların hakkımızda ne düşündüklerini merak etmezdik.**

Olin MILLER

- **Borunu bir arkadaşın öttürürse, ses iki kat uzağa gider.**

- **Bir sırrı gerçekten saklamak istiyorsanız hiç bir yardıma ihtiyacınız yoktur.**

O. A. CARPING

- **Herkesin istediği, herkesin verdiği fakat pek az kimsenin aldığı şey nedir? - NASİHAT.**

İngiliz ATASÖZÜ