

Yüksek Hızda İşlemede Kontrol Sistemi Yapısı

Genel Bakış

Makalemizde öncelikli olarak yüksek hızda işleminin faydalarından bahsedeceğiz. Yüksek hızda işleme tekniğinin kullanıldığı; kalıp, model v.b. işleme operasyonları temel bakış noktamız olacaktır. Ana başlıklarımız;

- Look Ahead-Önüne Bak Kontrol, frezeleme öncesi işlenecek olan geometrinin analiz edilebilme kabiliyeti sayesinde bindirme ve takımın programlanan takım yolundan sapmasının engellenmesi
- 10 000 mm/dk ve üstü ilerleme değerlerinde hassas kontrol
- DCN (Direct CNC Networking) ve/veya DNC (Direct Numerical Control), veya yüksek hız performansı için kontrol sistemine takım yolu verilerinin aktarılması
- (Digital Signal Processing-Dijital Sinyal İşlemciler), yüksek performanslı dijital elektronikini daha da minyatür hale getiren işlemci teknolojisi
- Open-system(açık sistem) mimarileri ve kontrol elemanlarının rahatca seçilebilme kabiliyeti
- CNC kontrolü sadece basit bir makina kontrolü olmaktan çıkaran Multi-Processor (Çoklu-İşlemci) mimarisi

Faydaları

En basit ifade ile, yüksek hız herhangi bir işleme operasyonunu daha hızlı bitirmemizi ve bir sonraki operasyona daha erken zamanda geçmemizi sağlar. Neticede delik delme ve kılavuz çekme işlemlerinde delikler arasında geçiş işleminin daha hızlı olmasını; kılavuz işlemlerinde iş milinin tersine döndürme işleminin daha hızlı olmasını; ek olarak yüksek güç ve yeni sistem takım tutucu ve takım teknolojileri ile işleme olayının daha hızlı yapılmasıdır.

Yüksek Hızda işleminin faydalarının en dramatik avantajı 3D kontur(***Kalıp ve model işleme***) işlemlerindedir. Eğer herhangi bir delik delme veya kılavuz çekme işleminden oluşan bir operasyon **bir milyon** üzerinde delik ve kılavuz açma işlemi gerektiriyorsa, iste o zaman delik delme işlemlerinde de yüksek hızın faydası rahatlıkla görülür. Kalıp, takım, model ve prototiplerde, milyon veya daha fazla sayıda **dogru-line(G01 kodlu takım yolları)** parçacıklarından oluşan işleme kodları yaygın olarak görülür. Her bir hareketin tamamlanması için gerekli olan zaman dilimini ne kadar azaltırsak, işleme zamanını da bu çalınan miktar kadar kısa zaman diliminde tamamlayabileceğimiz anlamına gelir. Bu şekilde işlenmesi gerekli olan parçaya ait bir örnek Şekil 1 de gösterilmektedir.



Şekil 1: Erkek ve Dişi Stadyum Oturagi Modeli

Yüksek hızda işlemenin işleme hızının daha hızlı yapılmasına ek olarak; daha hassas parça işleme, takım ömrünün daha uzun olması, daha iyi yüzey kalitesi de artırlar. Daha iyi yüzey kalitesi neticesinde kalıp parlatma işleminin bazı durumlarda daha az işçilik ile yapılması avantaj sağlamaktadır. Yüzey kalitesinin yüksek olması için Stepover (Yan adım) ve işleme toleransının (CHORDAL DEVIATION) ve aynı zamanda Yüzey Pürüzlüğü (Scallop-Height) değerlerinin azaltılması gereklidir. Bu değerlerin azaltılması ile takımın işleme sırasında yükü azaldığından dolayı ömrü de artmış olmaktadır.

Einstein'ın relativite üzerinde yazmış olduğu iki ana makaleden birinde, "tüm hareket relatiftir-izafi" şeklinde belirtir. Hız herhangi bir objenin ne kadar hızlı hareket ettiğini ölçmemize yarar. Tüm hareketler relatif olduklarından dolayı; hız hareketin bir parçasıdır ve böylece relatiftir, "**yüksek hız**" terimi de aynı zamanda relatiftir. Dolayısıyla yüksek hızda işleme kısıden kişiye farklılık arzeder.

Ön sertleştirme yapılmış takım çeliginde kaba talas kaldırma için 254 mm/dk ilerleme değerinden 3400...4000 mm/dak değerine çıkılması kalıp işinde yüksek hız demektir. Alüminyum veya otomotiv tamponuna ait kalıpların işlenmesi sırasında 381 mm/dak'dan 7000 mm/dak ilerleme değerlerine çıkılması gerçekten de yüksek hız anlamını ifade eder. Model ve mum model işleme gibi işleme operasyonlarında 20 000 mm/dak ilerleme değeri ile işleme operasyonunun yapılması gerçekten yüksek hızda işleme anlamına gelmektedir.

Gözlemlendiği gibi yüksek hızda işleme izafi bir kavramdır ve malzemedeki malzemeye ve gereksinimlere göre değişmektedir.

CAD--->CAM, CAM--->CNC

Yüzeyden-Takim Yollarına, Takim Yollarından Yüzelelere

CAD ortamında modellenen bir parça işlenmek amacıyla CAM programına aktarıldıktan sonra; CAM programı aldığı bu yüzey verilerini (bazı programlar MESH olarak da alabilmektedir Örneğin PowerMill STL verileri okuyabilmekte) işleme operasyonunda kullanılacak olan takımın uygun olacak şekilde MESH (izgara) tipinde noktasal takım yollarına dönüştürür. Takım yolları CNC de işlenmek üzere aktarıldığında CNC tezgah bu noktasal takım yolu verilerini kullanarak işleme operasyonunu gerçekleştirir. Takım yollarının nasıl olacağı; CAM programında tanımlanan yüzey işleme operasyonu ile tanımlanır.

Point-to-point(**G01 kodu ile işleme**) işleme olarak adlandırılan işleme tekniği bir noktanın işlendikten sonra takımın bir sonraki noktaya işlenmesi sayesinde yüzey oluşturma olarak adlandırılır.

Point-to-point işleme tekniğini yüksek hızda işleme operasyonlarına tatbik ettiğimizde, *bir noktadan bir sonraki noktaya geçiş işleminin idealde çok hızlı ve hassas olması gereklidir.*

Kiris Sapması (Chordal Deviation)

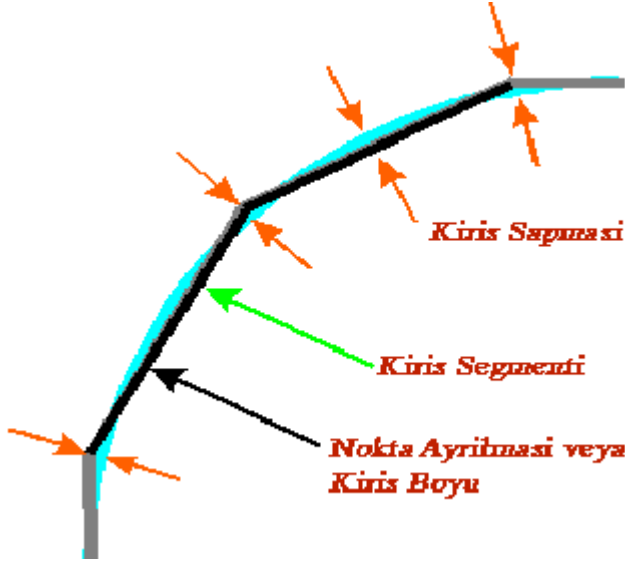
Her ne kadar noktaların üniform bir şekilde olduğu söylene de, CAM bu noktaları verilen bir tolerans değerinde(Chordal Deviation-Kiris Sapması) orijinal modelden sapma yapmayacak şekilde ard-arda noktasal takım yolu hareketleri oluşturarak takım yolunu üretir. Kiris sapmasına göre sıralanmış takım yoluna ait noktaların nasıl olacağına ilişkin bir örnek Şekil 2 de gösterilmektedir.



Şekil 2: Parça dilimi, noktaların kiris sapmasına göre sıralandığı

Görüldüğü gibi noktaların yüzeye göre konumları değişken durumdadır. Sadece tek nokta hareketleri ile bir yayın işlenmesini yapmak istersek, gerçekte yay elemanının doğru segmentlerinden oluştuğunu görürüz. Bu doğru segmentleri gerçek yay değerinden kiris sapması diye tabir edilen bir değer kadar sapar. Bu değer CAM programında tipik olarak belirtilir ve genel olarak **“yüzey toleransı”** diye tabir edilir. Bu sapma değeri yapılmak istenilen işleme operasyonuna göre ayarlanabilir. Doğal olan işlenecek yüzeyin mümkün olduğu kadar hassas bir şekilde işlenmesidir ki; böyle bir istek kiris sapması değerinin çok küçük verilmesi anlamına gelir. Bu da işleme programının son derece büyük dosya boyutlarına ulaşmasına yol açar. ***Bu büyük dosya boyutlarının CNC tezgahın hafızasına direkt olarak yüklenememesi gibi bir sonuç da doğurabilir.*** Kiris sapması değerinin istenilen hassasiyetine ve işleme operasyonu tipine göre uygun şekilde ayarlanması gereklidir.

Heriki bölümlerde, yüksek hızda frezeleme için çok küçük kiris sapmalarında işleme operasyonu yapabilmek kabiliyetini sağladığını ve böylece daha yüksek parça hassasiyeti değerlerine ulaşabildiğini keşfedeceğiz.



Sekil 3: Doğrusal Segmentler şeklinde işlenen yay profili

Look-Ahead (Önüne Bak)

Look-Ahead sadece bir kaç yeni kontrol sisteminde bulunan oldukça yeni bir unsurdur. Look-Ahead, point-to-point (nokta-nokta) hareketlerin **yüksek hızda** yapılması sırasında bindirme olayından korunmak amacıyla geliştirilmiş bir kontrol fonksiyonudur. NC ve CNC tezgahlar ilk geliştirildiklerinde, veriler herhangi bir zaman diliminde sadece tek bir blok icra edilecek şekilde işlenmekte idi. Bu tip CNC tezgahların tipik kullanım alanları delik delme, kılavuz çekme ve doğrusal frezeleme hareketlerinden oluşan işleme operasyonlarıdır. Sonraları dairesel frezeleme işlemi keşfedildi (G02 ve G03 dairesel interpolasyon). CNC ve NC tezgahın sağladığı büyük avantaj, tüm hareketlerin önceden planlanması ve normal bir tezgah operatörünün ulaşamayacağı işleme hızlarında parçaların işlenmesidir.



Sekil 4. Look Ahead Kontrol ve Avantajları

CAD/CAM entegrasyonu ile birlikte, CNC tezgahlar 3D yüzeylerin islenmesinde daha fazla kullanılmaya baslandı. CAD/CAM--->CNC uygulamalarında, takimin eski CNC ve NC tezgahlarda görülen bekleme olmaksizin noktalar arasında akici bir sekilde kesme islemini yapabilmesi gerekir. Eski tip CNC tezgahlarda 2540 mm/dak ilerleme degerinde isleme yaparken, aniden durma komutu verildiginde, tezgah verilen pozisyon degerinden 2.540...5.080 mm kadar ek bir hareketi yapmasi gerekiyordu. Eger bir CNC kontrol ve makinada çok küçük artim birimleri ile (0.1..1) nokta-nokta hareketleri yapacak sekilde yüksek hizda isleme yaptirilmak istenirse; ani kontur degisimlerinin oldugu bölgelerde CNC tezgahin konturdan sapmasi ve parçaya dalmasi Yüksek Hizli Kontrol'^le donatilmis makinalar haricinde kaçinilmazdir.

Sekil 2 de gösterilen kontura tekrar bakalim. Konturun alt kisminde çok sayida birbirine yakin veri segmenleri vardir. Bu alan dalma tehlikesinin en fazla oldugu alandır. Soldan saga dogru olan daha uzun dogru kisimlerinde, yüksek ilerleme degerlerine imkan ulasilabilir. Sekil 7'de görüldüğü gibi Look-Ahead olmaksizin, 0.254 mm bir hareket araligi sonrasi CNC tezgah ani bir dogrultu degisimini yapmasi için bir sonraki kodu icra etmek ister. ***Eger verilen ilerleme degeri verilen bu mesafe degerinde tezgahin durmasini engelleyecek sekilde çok yüksek ise***, neticede tezgah istenilen hareket hareket degerinin istünde bir hareket yapar(Overshoot-asma). Takim merkezi takim yolundan sapar, ve neticede parçaya dalar.

Look-Ahead fonksiyonunun, isleme sirasinda takim yolunu programlanan kontruda takip etmesi için bir sonraki isleme bloklarina ait çok sayida bloğu (noktasal hareketler) görebilmesi ve bu bloklardaki kontur degisimlerine göre degerlendirme yapmasi gereklidir. Çogu uygulamalarda bir, iki, on veya yirmi blok look-ahead yeterli olmaz. ***Gerekli olan look-ahead miktarı konturlara, ilerlemelere ve makina performansina göre degisir***. Genel olarak, look-ahead herhangi bir keyfi deger ile kisitlanamaz, çünkü sartlar sabit olarak degismektedir. Idealde ***look-ahead, parça profiline ve istenen ilerleme degerine göre degisecek sekilde dinamik (Dynamic Look Ahead)*** olmalıdır,.

Yüksek İlerlemeler

Yüksek ilerlemelerde herhangi bir CNC ne kadar hassastir? Buna, CAD/CAM sisteminden baslanilip makina gövdesine kadar komple makina sisteminin incelenmesi suretiyle cevap verebiliriz. Bu makalede öncelikli olarak kontrol sistemleri ile ilgilendigimizden dolayi, diger her seyın yolunda oldugunu kabul edelim ve sadece kontrol sistemi üzerinde duralim.

Servo cycle time(servo çevrim zamanı), CNC kontrolün her bir ölçme islemini alıp ve komut olarak vermesi için gerekli zaman olarak tanımlanır. Baska bir deyişle, eger kontrol sistemi servo-çevrim zamanı 20 ms(mili saniye –saniyenin 1/1 000) ise, neticede eksen pozisyonlarının ölçülmesi ve yeni yön komutlarının verilmesi saniyede 50 kez yapılır. ***On yıl önce 20 ms servo çevrim zamanı yeterliydi, oysa simdilerde 4 msn servo çevrim zamanları bir yetersiz olmaktadır.***

Oldukca yaygın olarak kullanılan 3 msn servo çevrim zamanında, pozisyon ölçüm ve dogrultma

Yüksek Hızda Frezeleme İçin Gelişmiş Kontroller

islemleri saniyede 333 kez yapılır. 2540 mm/dak ilerleme değeri ile işleme operasyonu yapan bir makina saniyede 42.164 mm hareket eder, neticede eksenlerde her bir ölçüm işlemi neticesinde makina 0.127 mm hareket etmelidir. Eğer bu yüksek ilerleme değeri ile işleme operasyonu yapılmak istenip, 0.0025 mm toleranslarında (işleme aralıklarında) parça alınmak istenirse bu imkansızdır. **Çünkü makina 0.127 mm artım değerleri aralığında kontrol dışı kalır.**

Tablo 1 Servo Çevrim Zamanları/İlerleme Değerleri/Kontrol Aralıkları

Zaman ms	Cycles/sn (servo çevrim zamanı)	2540 mm/dak	10 160 mm/dak	30 480 mm/dak
20	50	0.846	3.386	10.160
10	100	0.422	1.694	5.080
3	333	0.127	0.508	1.527
1	1 000	0.041	0.168	0.508
0.4	2 500	0.018	0.066	0.203
0.1	10 000	0.005	0.018	0.051

Hassasiyet problemi 10 160 mm/dak ilerleme değerleri frezeleme işlemi yapıldığında daha da kötü hale gelir, burada 3 msn servo çevrimi ölçüm ve komut arasında 5.080 mm hareket eder! Son zamanlarda rastladığım ticari broşürlerde, yüksek hızlı köprü tipi frezelerin 3 msn servo çevrim zamanlı kontrolleri kullanarak 30 480 mm/dak ilerleme değerlerinde “hassas” bir şekilde işleme **yaptığını iddia etmeleri gerçekten de komik oluyor.** Her bir servo çevrimi 1.524 mm hareketi kontrol eder. 1.524 mm artım hareketlerinden oluşan bir sistemin istenilen konturu hassas olarak işlediği nasıl düşünülebilir? Tablo 1 de bir kaç tane örnek servo çevrim zamanı gösterilmektedir, işleme esnasında kullanılan ilerleme değeri ve her bir çevrim biriminde makinanın yapacağı hareket miktarı gösterilmektedir. Makina verilen bu ilerleme değerlerinde işleme operasyonu yapmakta iken, tabloda belirtilen hareket miktarı altındaki hassasiyet değerlerinde işlem yapamaz. 2540 mm/dak ilerleme değeri ile yapılan işleme operasyonundaki işleme hassasiyetinin 30 480 mm/dak ilerleme değeri ile işleme operasyonu yapan bir makina alınabilmesi için kontrol sisteminin gerçekten de çok çok hızlı olması gereklidir. Hızlı servo çevrim zamanlarının önemi tabloda belirtilen değerlere bakıldığında gerçekten de apaçık ortaya çıkmaktadır. İstenen işleme hızı (ilerleme) ne kadar yüksek olursa, o kadar daha fazla servo çevrim zamanına gereksinim duyulmaktadır.

İlerleme değerleri hala artmaya devam etmektedir. Ve daha hızlı servo çevrim zamanı gereksinimleri daha da artmaktadır. Kesici takım teknolojileri simdilerde hayret edilecek mertebeden kesme hızları ve ilerleme değerlerini desteklemektedir. Diğer destek teknolojileri, iş mili devirleri, parmak freze tutucuları v.b. tamamı hayret edilecek mertebeden hız ve ilerleme değerlerine çikilabilmesine olanak

tanımlanmaktadır. Lineer motorlu makinalar simdilerde 76 200 mm/dak hızlı hareket (G00) degerlerinde **pozisyonlama (isleme ilerlemesi ile karıştırılmamalı)** operasyonu yapacak şekilde imal edilebilmektedir. Yüksek hızda hassas bir şekilde islemenin temel anahtarı hızlı servo çevrim zamanlarıdır.

Blok/Saniye

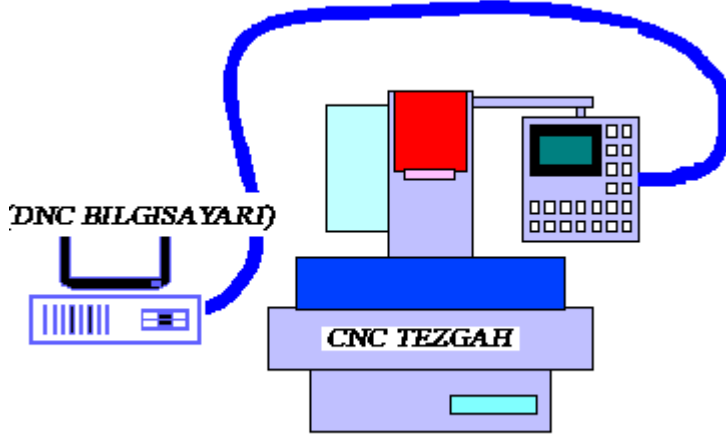
Kontrol sisteminin 1 saniyelik zaman dilimi içinde icra edebileceği isleme bloğu sayısı veya blok transfer zamanı servo çevrim zamanı ile çatışmamalıdır. Servo çevrim zamanının gerekli kıldığı blok adedinden daha fazla bloğu 1 saniyelik zaman dilimi için icra ettiğini belirten kontroller varsa da, bu gibi durumlarda saniyede icra edilen blok sayısı bizleri aldatır. Söyle ki böyle bir makina yapısı normalde kontrol sisteminin işleyebileceği bloktan daha fazla sayıda bloğu icra edebileceğini iddia eder ki bu gerçekte hiç bir anlam ifade etmez. *Daha önceki bölümde belirttiğimiz gibi, yüksek hızdaki en temel faktör servo çevrim zamanıdır ve blok isleme zamanının hassasiyeti üzerinde etkisi yoktur.* Buna mukabil yüksek hızlı bir makinada blok isleme zamanının, servo çevrim zamanına oranla biraz daha kısa olması ve saniyedeki işlenen blok sayısının, saniyedeki pozisyon ölçüm sayısına oranla daha fazla olması gereklidir.

DNC Darbogazı

Simdiye kadar yüksek hızlarda hassas bir şekilde frezeleme operasyonu yapmak için gerekli olan öğelere kontrol sistemi kabiliyeti açısından baktık. *Simdi yeni bir ikilemimiz var, takım yoluna ait program bilgileri, CNC kontrolün yüksek hız performansından ödün vermeden, CNC kontrol sistemine ne kadar hızda aktarılacaktır.* Aşağı yukarı 3D kontur hareketlerinden oluşan bir takım yolu bilgisinin CNC kontrole aktarımı sırasında, kontrol sisteminin isleme operasyonu sırasında durduğunu ve tampon belleği program icrasına devam edebilmek için yeni veriler ile tekrar doldurduğuna şahit olmuştuk.

Programın kontrol sistemi belleğine direkt olarak yüklenmesi veri aktarım problemini çözer; buna mukabil 32 Kb (64 Metre) gibi küçük bellek kapasitelerinden oluşan bir kontrol sistemine 5 Mb (5 x1024=5120 kB) gibi büyük bir kalıp isleme operasyonuna ait finis programını nasıl sigdiracağız. İmkansız ama, böyle bir program da işlenmek istenmekte. İşte o zaman CNC kontrol sistemi ile dış ortamda bulunan bir personel bilgisayar arasında bir ağ bağlantısının kurulması gereklidir. *CNC kontrol sisteminde programın bu şekilde dış ortamdaki bir bilgisayardan yüklenecek şekilde isleme operasyonu yaptırılması DNC (Direct Numerical Control) olarak adlandırılır.* Genel olarak CNC kontrol sistemlerinin hemen hemen tamamında seri port vasıtasıyla dış ortamlarla haberleşmeyi sağlayan bir RS-232C seri port arabirimi bulunur.

RS 232C KABLOSU



Sekil 5 Bir DNC Aktarım Sistemi

DNC tipik olarak 110 ... 38 400 baud veya bits /sn hızlarında seri haberleşme vasıtasıyla yerine getirilir. Haberleşme hızı olarak en yaygın şekilde kullanılan hız 9600 baud (960 karakter/sn-9600/8=1200 Byte/sn) dir. CNC için program bilgileri bloklar şeklindedir ve ortalama olarak her bir satırda(blok) yaklaşık 20 karakter bulunur. Örneğin

G1 X123.456 Z234.567 <Enter> <Linefeed>

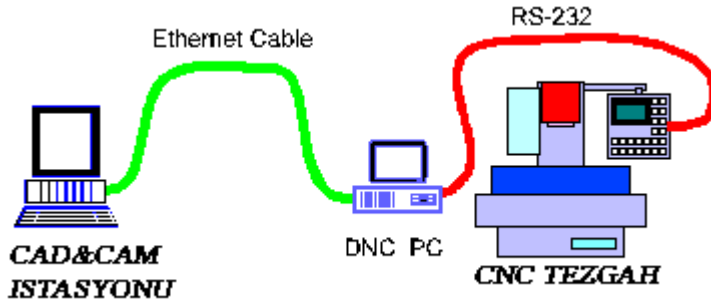
Her ne kadar boşluk (space) ve Carriage Return ve Linefeed gibi “kontrol” karakterleri görünmese de bunlar da iletim sırasında zaman alır. 3, 4 veya 5 eksen işleme operasyonları için ek adres ve sayısal değerlerin, satır numaralarının ve ilerleme v.s. gibi değerlerin eklenmesi suretiyle, tek bir bloktaki gönderilecek karakter sayısı daha da artar. 960 karakter/sn haberleşme hızında, CNC gerçekte işleme kapasitesi açısından $960/20 = 48$ blok/sn gibi çok kısıtlı sayıda bloğu icra edebilecektir. Gerçekte DNC daha düşük performanslar ile haberleşme sağlar, genel olarak yaklaşık teorik potansiyelin yarısı kadar. 24 blok/san haberleşme hızında 0.254 mm nokta kalkışları ile, neticede CNC kontrolde elde edilen işleme hızı 365.760 mm/dak olacaktır!!!! Bu hız da yüksek hızda işleme için son derece düşüktür!

DNC'nin yandaşları DNC performansını artırmak için çok sayıda teknik önermektedirler:

- Nokta koordinatlarının belirtilmesi sırasında; program kodlarının mutlak koordinat sisteminde daha önceden tanımlanan bir referans noktasına göre koordinatların verilmesi yerine, CNC tezgah mevcut pozisyonundan sonraki hareketin artımsal verilerin kullanılması suretiyle belirtilmesi.
- Boyut değerlerinin belirtilmesi sırasında gerçel değerler yerine, tamsayı değerlerin kullanılması suretiyle desimal noktanın elimine edilmesi; Örneğin .012 yerine 120 şeklinde belirtilmesi.
- Matematiksel algoritmaların kullanılması suretiyle verilerin daha az yer kaplayacak şekilde sıkıştırılması (Dairesel Interpolasyonla işleme ve Filtreleme)

- Ön-operasyon sayesinde, veri toleranslarının azaltılması ve gereksiz verilerin elimine edilmesi
- Kesici takım veya fişür telafilerinin, ayna görüntüsü veya ölçeklendirme gibi fonksiyonların kullanılmaması

DNC bilgisayarının network ortamına bağlanması iş akışına yardımcı olur; buna mukabil veri akışı problemini çözemez. *Çoğu DNC bilgisayarları CAD/CAM sisteminden program verilerini transfer etmek için ağ bağlantısı ile CAD/CAM bilgisayarına bağlanırlar.* Buna mukabil CAD/CAM bilgisayarı ile DNC bilgisayarı arasındaki veri alışverişi hızlı olmasına rağmen, verilerin DNC bilgisayarından CNC kontrol sistemine transferi sırasında RS-232 haberleşmesinin kısıtlı veri gönderme hızları dolayısıyla sıkışma meydana gelir ve bu da CNC tezgahın işleme hızını yavaşlatır.



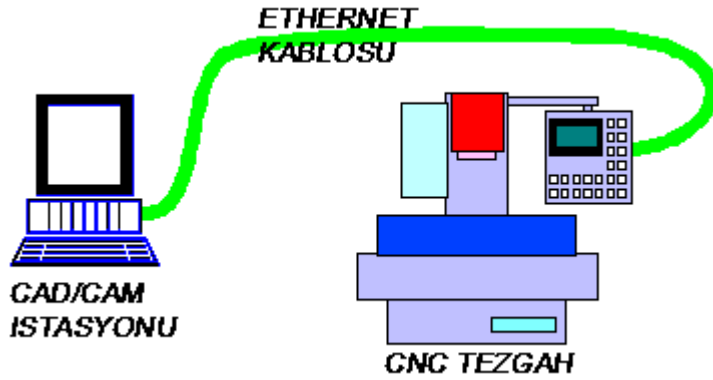
Sekil 6: Ağ bağlantısı yapılmış olan DNC bilgisayarı

Direct CNC Networking (Direkt CNC Ağ Bağlantısı); Haberleşme Çözümleri

Direkt Ağ Bağlantısı veya DCN veri yüksek hızda işlemedeki akış problemine daha iyi çözüm sunarlar. DCN basit olarak, DNC sistemini komple elimine etmek suretiyle CAD/CAM bilgisayarından CNC kontrol sistemine direkt ağ bağlantısı sağlayan mevcut ağ mimarilerini kullanır. DCN normal olarak DNC sisteminden 1 000 kat daha hızlıdır. Bu en iyi bir şekilde 9600 baud'da haberleşen bir DNC sisteminde 10 Mega Byte'lık dosyanın 3 saat içinde transfer edilmesine mukabil, aynı dosya DCN ile bir dakikadan az bir zamanda transfer edilmesi örnek olarak gösterilebilir!

Günümüzde kullanılan en yaygın ağ bağlantısı Ethernet olmasına rağmen, Arcnet, Token Ring ve Fast Ethernet günümüzde kullanılan yaygın ağ bağlantılarından bazılarıdır. Yazılım protokolleri olarak Novell'in IPX/SPX spesifikasyonu, Unix sistemlerinde kullanılan TCP/IP ve NFS, ve Microsoft LAN Manager'de kullanılan Netbeui ve diğerleri gösterilebilir.

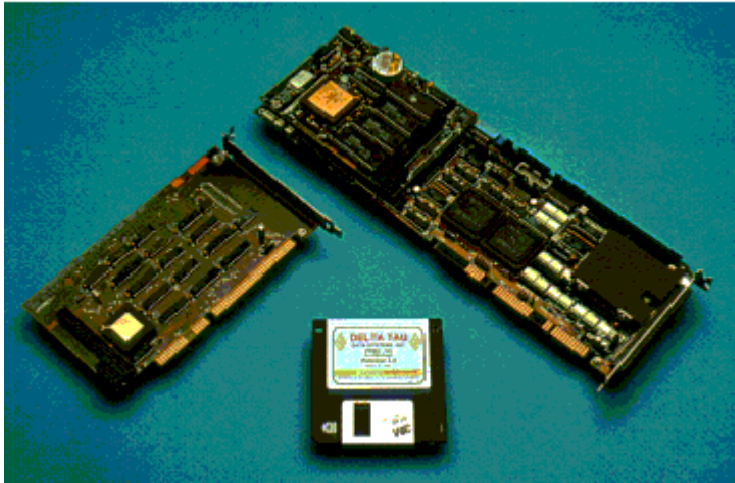
Bu noktada Ethernet'in veri transfer hızlarına bakıldığında standard Ethernet bağlantısı ile saniyede 1 milyon karakter (10 Megabit) veri transferi yapılabildiği düşünüldüğünde, DNC haberleşme hızından 1 000 kata daha hızlı olduğu görülür. Günümüzün ağ bağlantıları 100 Megabits/sn hızlarında haberleşme yaptığı düşünüldüğünde, standart ethernet haberleşme hızının 10 kati ve DNC hızının 10 000 kati, veri haberleşmesi dar boğazı tamamen elimine edilmiş olmaktadır.



Sekil 7 : DCN planı

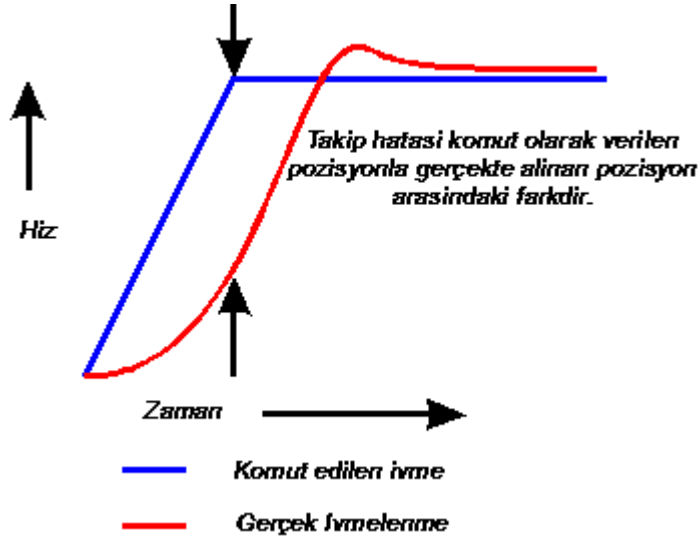
DSP (Digital Signal Processing) – Dijital Sinyal İşlemciler

Siradan PC'lerin yüksek performanslı CNC'ler olarak kullanılabilmesini sağlayan teknoloji DSP olarak adlandırılır. Dijital sinyal işlemciler sinyalleri çok yüksek hızlarda dönüştürmek ve yorumlamak için özel yapım işlemciler kullanılır. DSP kullanılmak suretiyle, Sekil 11'de gösterilen tek bir kart daha önceden bahsedilen çok yüksek hızda servo çevrim zamanlarında aynı anda 8 eksen kadar kontrol imkanı sağlarlar! Daha bir kaç yıl evvel, bundan daha büyük bir kart, tek bir eksen kontrolü için gerekli olmaktadır, ve aynı kart bu yeni kartlardan 200 kez daha yavaş çalışmaktaydı!

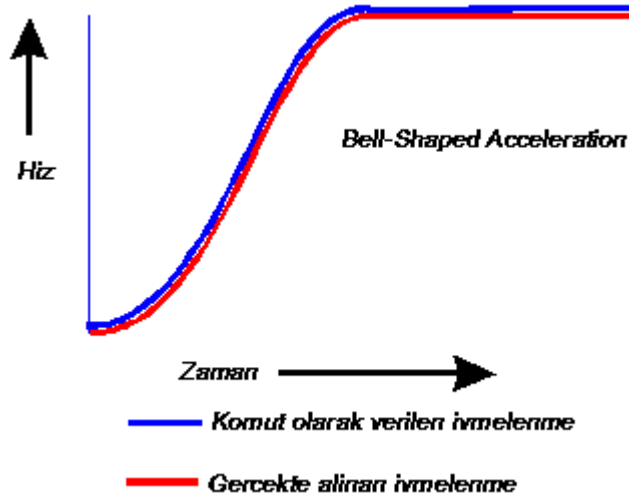


Sekil 8: Delta-Tau firmasına ait Dijital Sinyal İşlemcilerle Donatılmış Eksen Kontrol Kartı

Özel görevler için DSP işlemcilerin inanılmaz gücü MAC (multiply-accumulate – çarp-biriktir) komutlarını tek bir saat çevriminde yapmasından kaynaklanmaktadır. Aynı operasyon Pentium mikroislemci ile donatılmış bir sistemde 11 saat çevriminde yapılmaktadır! Açık olarak 120 MHz bir Pentium sistem, CNC yazılımlarının temeli olan bu MAC komutlarını, 40 Mhz DSP işlemciye oranla 4 kat daha yavaş çalıştırır!



Sekil 9: Doğrusal Interpolasyon Komutu



Sekil 10: DSP ile optimize edilmiş ivmelenme komutu (Bell Shaped Acceleration-Çan Sekilli İvmelenme)

DSP'lerin en büyük faydalarından bir tanesi işlem hızlarıdır. Önceki bölümlerde, kontrol sisteminin hassasiyetini servo çevrim zamanının nasıl dramatik bir şekilde etkilediğini görmüştük. Hızlı servo çevrim zamanlarının temel anahtarı DSP'dir. DSP aynı zamanda CNC kontrolün ivmelenme ve yavaşlama rampalarını da etkiler. Ticari CNC kontrollerin tamamına yakını ivmelenme hareketleri için sadece bir rampa fonksiyonu koyarlar (Linear Acceleration). Makina dinamiği ve sürücü sisteminden dolayı, makina istenilen takım yolu üzerinden bir miktar saparak, "following error-takip hatası" diye tabir edilir, komutları icra eder. DSP'lerin sahip olduğu son derece yüksek aritmetik işlem yapım gücü sayesinde, spesifik makina karakteristiklerine ve gerçek şartlara göre DSP sistemleri ayarlama işlemine olanak tanır. Bu sayede ivmelenme sadece düz bir doğru boyunca rampa hareketi yerine "bell-shape (çan sekilli) ivmelenme olarak adlandırılan bir profil boyunca ivmelenme yaptırılabilir. Bu sayede makinada ivmelenmeden kaynaklanan *sarsmalar ve takip hataları* en asgari düzeye indirilmiş olur.

DSP'ler de kendi aralarında çok farklılık gösterir ve bu seçimler kontrol sistemi imalatçılara kontrol fonksiyonlarındaki önceliklerin tanımlanmasında faydalı olur. DSP'lerdeki çeşitlilik sayesinde, kullanıcı

özel gereksinimlerine göre farklı kontrol performansları, fonksiyonları ve kabiliyetleri arasından kendine uygun olanı seçebilir.

DSP çok farklı servoamplifikatör ve ölçüm senaryolarını düzenleme kabiliyetine sahiptir. Çoğu ticari CNC kontroller sadece tek bir spesifik sürücü sistemi ile arabirim olanı sunmasına karşın, çoğu DSP kartları çok sayıda veya en yaygın olarak kullanılan sürücü arabirimleri ile problemsiz olarak çalışmasına olanak tanır.

DSP lerin büyük faydalarından bir tanesi de PC deki ana işlemcinin diğer görevleri yapmak için rahat bırakılmasıdır. Gerçekte, makina kontrolü olarak DSP ile akuple edilmiş çoklu işlemcilerin kullanıldığı bir PC, büyük performans artışı sağlamaktadır. DSP eksen pozisyonlarının ölçümünde ve eksenlere yeni komut değerlerinin verilmesinde kullanılırken; ana bilgisayar da Network ortamından takım yolu verilerinin alınmasını ve bu takım yolu verilerine göre uygun ilerleme değerinin verilmesini sağlayabilir.

Açık Mimari Sistemler

CNC sisteminde Intelx86 serisi işlemcilerin kullanılması bunun bir açık mimari sistem olduğu anlamına gelmez. Hatta PC-Bazlı tasarım yapısına sahip bir CNC kontrolün de açık mimari yapısında olduğu söylenemez. Ticari olarak CNC sistem imalatçıları imal ettikleri yeni kontrollerin fiyatlarını eski kontrollerin yedek parça fiyatlarına kadar indirmişlerdir. Benzer şekilde CNC kontrol imalatçıları yeni kontrol sistemi imal etmenin eski bir kontrol sistemini geliştirmeye göre daha hızlı ve verimli olduğu konusunda hemfikirdirler. Endüstride PC-Bazlı kontrollere yönelik genel bir meyilim vardır. Bu ise sistemlerin update edilebilme özelliğinden ve daha kolay yedek parça bulunabilmesinden kaynaklanmaktadır. Çünkü personel bilgisayarlar artık her yerdedir ve kolaylıkla ulaşılabilecek yedek parça bileşenlerine sahiptir. .

Özet

Bu makalede yüksek hızda işleme için gerekli olan yüksek hızlı kontroller üzerinde durulmuştur. Görüldüğü gibi kontrol sistemi yüksek hızda işleme için en hayati rolü oynamaktadır. Yüksek hızda işleme yapan bir kontrol sisteminin;

- Yüksek Servo Çevrim Zamanları
- Look Ahead (Önüne Bak) Kontrol
- Network Bağlantısı
- Dijital Sinyal İşlemciler

temel kriterleri karşılayacak şekilde tasarlandığı görülmüştür.