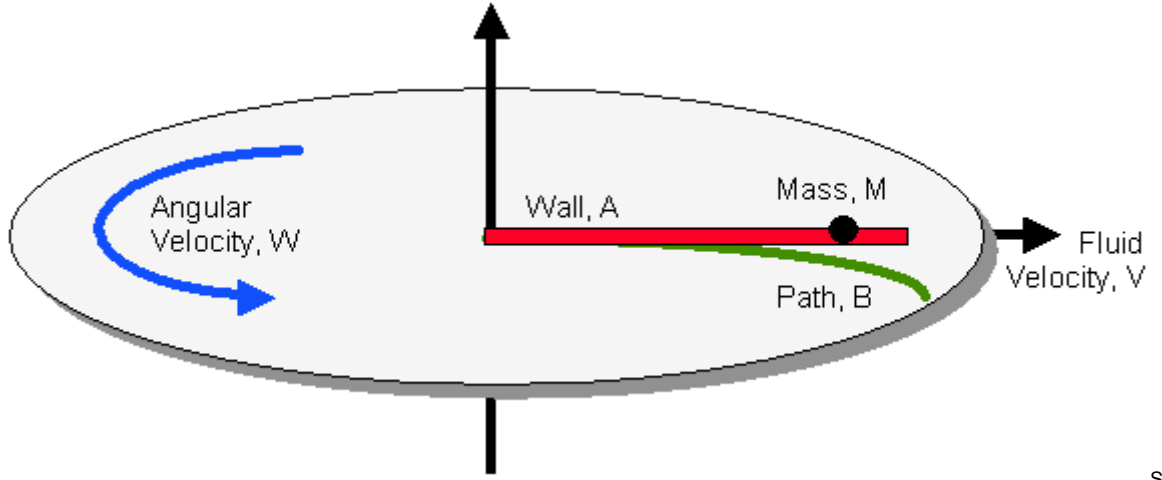


Enstrumantal Bakış: “Coriolis Mass Flowmeter ”

Aydın Tuncel
Tuncell Muhendislik Enstrumantasyon Ltd.



Şekil1

Telefon görüşmelerimizde “her hafta bir teknik yazı” gönderdiğimizi söylüyoruz, ancak ne zaman ki bir “İstanbul Kızı” ile mürrüvet gayesi ile tanıştırsak, fark ediyorum ki sadece bir araya geldiğimiz hafta sonu değil birkaç hafta yazı çıkartamıyorum: yazılarımı götürüyorum beraberimde, masanın üzerine umutlarımı açıyorum, planlarımı, açıklamalarımı(Ay’ın niye hep aynı yüzünü gördüğümüzü, niye spin yapmadığını, bu çıkarsamanın başka gezegenlerin uydularının olup olmadığında tespitinde nasıl kullanabileceğimizi, Güneş’in neden kendi eksenini etrafında da döndüğünü,...) başarılarımı. Bu şehre geldiğimde aşkıttım: İstanbul’a. İkinci-sınıf bir terzinin diktiği(insanın başına gelebilecek en kötü şeylerden birisi üste oturmayan bir pantolondur, kötü bir evlilik gibi) üstümdeki takım elbise sadece, gazete kağıdına sarılmış; takıma uygun ikinci gömlek, buna uygun ladet yedek çorap(işten döndüğümde ilk işim çorabı ve gömleği yıkamaktır), 7takım iç çamaşırı, ladet yedek ayakkabı(her gün aynı ayakkabıyı giymek sıhhatli değildir), Vivaldi konçerto ve Verdi’nin opera kasetleri ve cep tipi İngilizce-İngilizce sözlük, cep tipi Kuran-i Kerim(esasen bütün kitaplarımı mimar yeğenime hediye etmiştim, hiç olmazsa muhafaza olur, yobaz olmadığımı vurgulamak isterim) , hepsi bu. Patronlarımı da bu mevzuda asla suçlamam, hiç dalga geçmediler, imada dahi bulunmadılar; işe başladıktan kısa bir süre sonra 100% zam alınca, gittim kaliteli bir pantolon aldım(oh be dünya varmış); çünkü bir satış mühendisi idim. Bir kız için ereklerime asla ihanet etmem, aksine erkelerime uygun bir kız ile evlenirim, şayet evlenecek isem. Beni sevecek bir kıza, vaadim bir öğün/gün için sadece bir porsiyon baklavadır, ben yemem(bunu da tatlıyı sevmediğimi iddia ederek), derim ki “ben seni seviyorum, tatlım”; sen ye! Kadın ve aşk eksenli divan ve derviş şiirleri rasyonel değildir. **Gerileme devrine ait edebiyat üzerinde inşa olan “yeni rejim kültürü”, büyüklük potansiyeli olan bir milletin aklını bulandırıyor.** Aşk gerçekten olmalıdır, ama nasıl? Bu hafta ki teknik yazımızın konusu aşkı ve coriolis kütle flovmetre’sini birlikte açıklamamıza imkan veriyor:

TUNCCELL Muhendislik Enstrumantasyon Ltd.
Inonu Cd. Sumko Sitesi J1 D.2 Kozyatagi-Istanbul
Tel: 0216 372 51 75 Fax: 0216 445 23 44
e-mail: tuncell@superonline.com
website: www.tuncell.com

ALWAYS Better(Her Zaman Daha İyiye, Birlikte)

Şimdi bir kadın, bir erkek ve kancalı bir ip düşünelim, kadın etrafına bir çember çizsin ve yuları erkeğin burnuna taksın ve var gücü ile döndürmeye başlasın. Normal şartlarda ip koptuğunda veya kadın ipi bıraktığında erkeğin V hızı ile bırakma noktasında çembere teğet olarak ileri istikamette düzgün doğrusal hareket yapması gerekir, ama ilginç öyle olmuyor; erkek dönmeye devam ediyor. Sanırım bazı kavramları tekrardan hatırlatmamız gerekecek:

Düz bir yolda otomobilin(iz) ile gider iken bir virajı(kavisi) almak için sola dönerken durumu hatırlayalım, otomobil içinde ki eşyaların sağa savrulduğunu fark ederiz, bizim ise emniyet kemeri her zaman takılı. Böyle bir kavisi alan otomobilin içinde değil de, mesela kartal kanatlı “Horus Hüseyin” bizi kartal ayakları arasına alıp kaldırsa ve tam virajı döndüğü noktada, otomobilin üzerinde hareket(uçsa) ettirse ne görürüz? Otomobil sola doğru kavis yaparken, eşyaların bana ne bana ne diyerek düzgün doğrusal hareket yaptığını görürüz, diğer bir ifade ile sola kavisi yapan otomobildir, eşyalar ise dosdoğru giden yoldan ayrılmamak için otomobilin sola saptığı kadar sağa sapacaktır (sürtünmenin olmadığını kabul ediyoruz). Diğer bir ifade ile sola sapan aracın içinde ki sürtünmesiz yüzeyde bulunan eşyaların üzerinde mikro bir adam otursa idi, şoför sola sapıyoruz abi der iken, mikro adam hayır dosdoğru yolumuzda gidiyoruz diyecekti.

İsterseniz Şekil1’i kullanarak açıklamalarımızı sürdürelim. Hayır! Küçük bir değişiklik yapalım. Golfü ilginç yapan şey bu olmalıdır: Sabit açisal hız ile rotasyon yapan(ANCAK DİSKİN DÖNDÜĞÜ BİZE SÖYLENMİYOR, TIPKI DÜNYA’NIN DÖNMESİ GİBİ) bir diskin ortasından, topumuzu sopa ile r kadar uzakta ki bir deliğe sokmaya çalışalım. Bu bizi alaka etmiyor, ancak şunu söyleyebiliriz, ROTASYAN yapan bir gözlem çerçevesinin(x,y,z) orijininde oturan bir adam, orijinleri çakışık farklı bir ikinci gözlem çerçevesinde ki hareketlinin(gol topu) davranışını açıklar iken, şaşıracaktır; (disk sürtünmesizdir), sanırım şunu söyleyecektir(eğer biri bunun böyle olmadığını söyler ise Klasik Mekanik kitabını açmam gerekir): $m\omega \times (w \times b)$ kıymetinde merkezci bir kuvvetin tesiri ile dönüyor, ancak garip bir şey oluyor b (sabitlenmiş rotasyon ekseninden hareketlinin uzaklığı olmak üzere Şekil3’de ki mesafe) $2m\omega db/dt$ kadarlık bir kuvvet ile mukavemet gösteriyor, ikinci koordinat sistemini orijininde ki adam ise topun hareketi için ; $-m\omega \times (w \times b)$ kadarlık bir tesir ile MERKEZKAÇ(cetrifugal) kuvveti merkezci (centripetal) hareketi yapıyor $-2m\omega db/dt$ ’lık bir tesir ile dönme eksenine dik ve dönmeye mukavim olacak şekilde sapıyor, diyecek ve ekleyecektir; bu çok küçük bir sapma 1/1000 milimetre, bu vakıa’yı tespitinden Gaspar Gustav de’Coriolis için ithaf ile kuvvete CORIOLIS denmiştir. Şayet disk rotasyonu durdurulur ise coriolis kuvveti ortadan yok olmalıdır, ve hareket bildiğimiz denklemler ile çözümlenebilir($F=ma$).

Fatih’in resmi tarihçisi (Rum Yunan demek değildir, Doğu Roma(Bizans) devletine tabii demektir, Rum Suresinden) Rum Kritovulos’un Yunanca yazdığı İstanbul’un Fethi adlı kitabında:

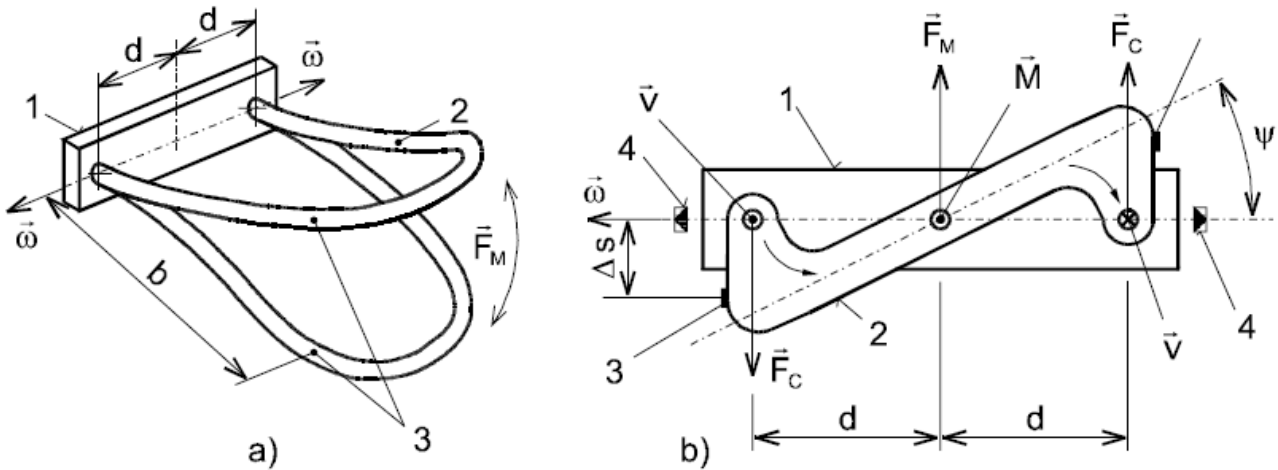
“Bunun üzerine Padişah hazretleri onlara yeni tipte başka bir top yapmalarını teklif etti ve yapılacak topu tarif etti.

Şimdi kullanılacak topların şeklinde ufak bir değişiklik yapmak sureti ile, taşı yükseğe atmanın mümkün olduğunu, böylece yükseğe atılacak taşın düşerken gemilerin ortasına düşerek onları batırabileceğini söyledi. Bunun ile ilgili olarak birkaç ağırlık ölçüsü ile topun hedefi olacak gemilere **nasıl nişan alınacağını etraflıca** anlattı. Makineciler konuyu inceleyerek böyle bir aletin yapılmasının mümkün olabileceğini söylediler...” II.Mehmet’in askeri yanı II.Mehmet karakterinin %2,5’u değildir. Napolyon’un, bir top mermisinin neden dosdoğru gitmediğini “de’Coriolis”ten -Coriolis kuvveti fiziğinin baştan yanlış anlaşılmasından dolayı (bizde de böyle düzmece hikayeler çoktur), izahatını istediği hikayesi, bir yakıştırmadan ibarettir. Napolyon sadece bir asker idi, İskender’de öyle,

II.Mehmet ise öyle değil. O halde Napolyon, Kritovulos'un "İstanbul'un Fethi" isimli kitabını okumuş olabilir. Ayrıca Coriolis kuvveti nedeni ile gökyüzünde, dünya'nın dönmesi nedeni ile hava hareketleri meydana gelir, ayrıca endüstride metodun yoğunlukları farklı iki fazı ayırmada kullanılabileceğini düşünüyorum(**yukarıda ki açıklamam yanlış ise şunlarda da yanlıştır** --> sütten yağı, veya bilemiyorum fixed kanat ile hazneyi dört göze ayırarak **çamaşır makinelerinde** suyu gömlekten ayırmak için mesela).

Hem Şekil1 hem de Şekil2'de ki SAPMALAR vakıanın(Coriolis tesirinin) anlaşılması için ABARTILARAK çizilmişlerdir, Şekil1'de ki sapma yukarıda bildirildiği değerden biraz fazla, Şekil2'de ki sapma ise maksimum SPAN'da(full flow) 1°'nin altındadır, aşk da böyledir, gerçekte 1° altında ve saygın insani his iken biz 360° olarak yaşıyoruz.

İnsani bir icat iki şekilde gerçekleşebilir: deneysel olarak(bir çok kere), veya bilinen bilgiler arasında yeni bir ilişki kurup bunu deneyerek geliştirmek ile. Şundan hiç şüphemiz olmamalı; bir nutating disc metre'de ki ilk zeka, coriolis mass flowmetre'de ki zekaya üstündür, şayet aşağıda temsili verilen resimde ki excitation(uyarga) elektroniği 19.yüzyılda mevcut olsa idi, CMF 19.yüzyılda biterdi. CMF trendi geri kalmış milletlere dayatılıyor, oysa Kuzey Amerika'da her şey volumetrik idi. Çünkü her şey makinelere bırakılır ise insanlar gelişmiyor; diğer yandan CMF tüpü tamir edilemez, oysa tüm volumetrik flowmetreler tamir edilebilir. İnsanlar matematik yapar. Bu özellikleri nedeni ile kütesel flowmetreden nefret etmese idim, hiçbir gelişme gösteremezdim. Ancak artık küteseli sevmeye başlayabilirim:



Şekil2. Single U-tüpte temsili gösterim, ψ BURULMA açısı anlaşılması için abartılmıştır.

Bahçe hortumunu alıp U şekline getirip uçlarında sıkıca tutalım(U ayaklarımıza paralel olsun), ikinci bir kişide yere sırt üstü yatıp U'yu beşik gibi(sarkaç) hızlı bir şekilde sallasın, bu halde sallamanın açısal hızı vektörü w 'ya göre, U'ya tam karşıdan baktığımızda bize doğru ve ters yönde olmak üzere bir burulma meydana gelmesi gerekir, başarılar diliyorum; ve şekle geçiyorum. Şekil2'de tüpten su akıyor ve tüpe F_M zorlama kuvveti $\psi \cos(wt)$ ile osilasyon yaptıran elektromagnetin osilasyonun yatay düzlemde (önce) yukarıda ki durumunu irdeleyelim; U tüpüne 1'den giren sıvının v hızı aynı olmasına rağmen b radyal mesafe miktarı artar dolayısı ile açısal momentum artar 3noktasına dikkat edelim, oysa 3'ün paralelinde ki 2noktası için durum tam tersinedir, yani 2 noktasında ki sıvı dışarı çıkmak için hareket eder iken radyal mesafe azalmaktadır. Bu Şekil2b'de ki temsili olacak şekilde F_C

coriolis kuvvetleri tüpü burur(twist). Şimdi salınımın düzlemden aşağı olduğu durumu irdeler isek, bu kez dönme ekseninin w vektörel yönü değişmiştir(sayfanın içine doğru), biraz Newton'culuk yaparak işten sıyrılalım; U-tüp aşağı doğru salınırken, bu kez yukarıda ki F_c kuvvetleri bu değişimin aksi yönünde tesir eder, veya Şekil1'de ki diskin dönüş yönü değişince sapmanın yönünde değişir.



Şekil3

Single(tek) U-tüp için 2 ve üç noktalarına bir bobin bağlar ve bir at nalı mıknatısın içinde hareket etmesine izin verir isek, pick-up akımından burulma derecesi elde edilebilir ve denklem, zorlamalı harmonik ikinci dereceden hareket denklemine indirgenebilir ki katsayıları, tüpün I eylemsizlik momenti, sönüm sabiti, bükülmezliği(stiffness), zorlama frekansı, tüpün boyu gibi değerler olacaktır. O halde örneğin tüpün bükülmezlik değeri sıcaklık ile değişeceğinden, prosesin değil tüpün sıcaklığı önemlidir ve tüpe dışından bu maksat ile bir Pt100 veya Pt1000 monte edilmesi zaruridir. U-tüp tam dolu olmalıdır ki eylemsizlik momenti $I(sıvı+ U)$ bilinebilsin. Tüp'e uygulanan zorlama salınım(titreşim) frekansı, rezonans sağlanması için, tüpün tabii salınım frekansı ile aynı tutulur, bu halde sıvının density aralığının elektroniğe girilmesi gerekir. Boru çapını büyötmek zorlama kuvveti kaynağı için ciddi bir problemdir(daha fazla güç) ve hinlik yapıp sıvıyı girişte ikiye bölölüm ve çıkışta tekrar birleşsinler, çünkü eğer ölçülecek olan density değilde akış ise akış profilinden etkilenmez, şimdi U-borusu kolundan aynı taraftakinden birisine bobin ikinci U'ya ise mıknatısı ve tüpün diğer kolu için de aynı şeyi yapar isek ana proses borusunun yarısı çapında iki tane U kullanarak çok büyük akış değerlerine ulaşabiliyoruz, bkz Şekil3. Tüp ince olmalıdır, proses sıvısı paslanmaz çeliğe veya lined malzemesine uyumlu olmalıdır. Rangeability arttırmak için U-tüp büyük(burkma kolu) olmalıdır. Ana boru titreşimlerinden etkilenmemesi için gerekiyor ise giriş-çıkış ayaklar ile sabitlenmelidir(bizimkinde dikkat edilir ise U girişinde sabitleyici kollar bilezikler var), ana boru titreşim frekansı eliminasyonu için U-tüp full yapıp, zero-error checking eliminasyonu yapılmalıdır. Şayet density değişir ise I değişeceği için tabii titreşim frekansıda değişecektir, bu neden ile sıvı değiştiğinde zero-error checking eliminasyonu tekrarlanmalıdır. CMF ile alakalı olarak takip yazımız, formülasyon ve batch üzerine olacaktır.

Coriolis Mass Flowmeter firmamızda mevcut. 8adetlik Elektromagnetik flowmetre siparişiniz için teşekkür ederiz. pH Metre(2,5yıl garanti) bulunur.

TUNCELL Muhendislik Enstrumantasyon Ltd.
Inonu Cd. Sumko Sitesi J1 D.2 Kozyatagi-Istanbul
Tel: 0216 372 51 75 Fax: 0216 445 23 44
e-mail: tuncell@superonline.com
website: www.tuncell.com

ALWAYS Better(Her Zaman Daha İyide, Birlikte)