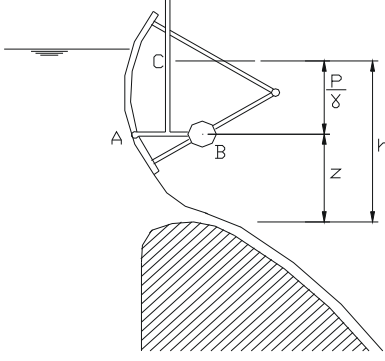


**BASINÇ ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN
MANOMETRE TİPLERİ VE BASINÇ ÖLÇME
YÖNTEMLERİ**

BASINÇLARIN ÖLÇÜLMESİ

- Basınç Ölçme Şekilleri



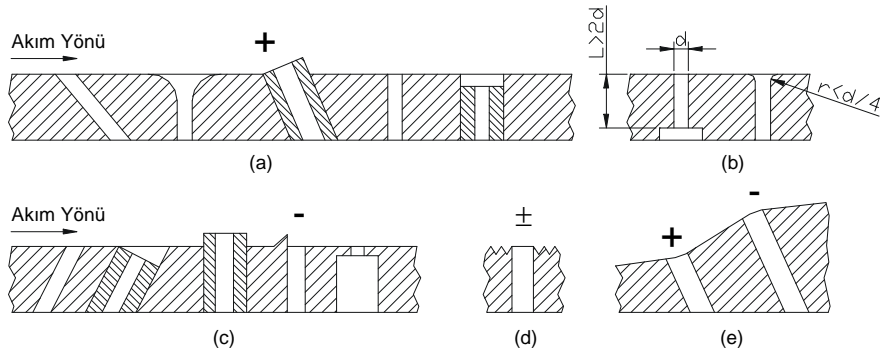
Şekil 3. Basınç, basınç yüksekliği ve piyezometre yüksekliğinin birbiriyle bağıntısı.

Basınç Kuvveti akışkanın bir cisme veya cidar üzerindeki birim alana tesir ettirdiği toplam kuvvet demektir. Basınç ise birim alana gelen kuvvet (F/L^2) olup, genel olarak kg/cm^2 cinsinden ifade edilir. Şekil 3 deki A noktasında olduğu gibi, cidar üzerindeki bir piyezometre deliği bir boru vasıtasıyla A ile aynı kota olan B basınç ölçme aletine bağlanırsa, alet A noktasındaki basıncı kg/cm^3 cinsinden gösterir. Piyezometre deliğine düşey bir cam boru birleştirilirse sıvı C ye yükselir. C nin A dan düşey uzaklığı sıvı yüksekliği cinsinden B aletinin gösterdiği basınca eşdeğerdir, buna p / γ basınç yüksekliği denir. C su yüzeyi kotu başka bir karşılaştırma yüzeyine, mesela Şekil 3 teki savak tepesine göre ölçülürse h uzaklığına piyezometre yüksekliği denir. z sembolü A noktasının kotunu gösterir, basınç yüksekliğinin piyezometre yüksekliği ile kotun farkına eşit olduğu görülür.

- Piyezometre Karakteristikleri

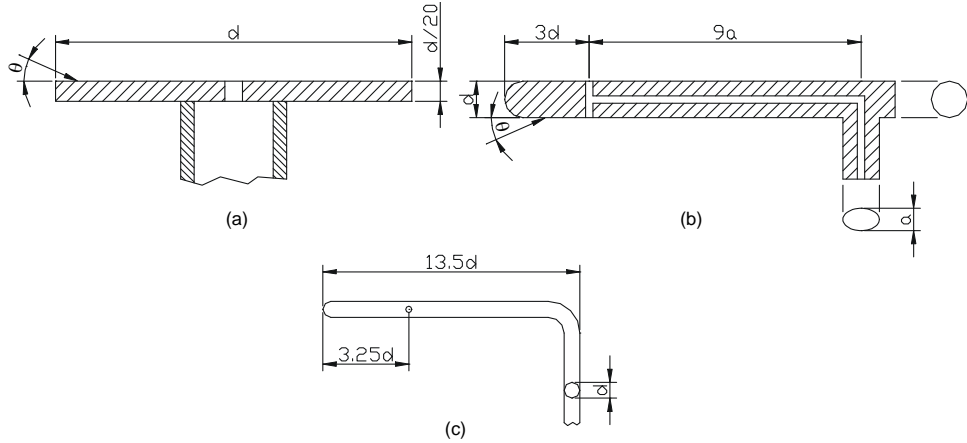
Cidar üzerindeki noktalarda basınç veya basınç yükseklikleri ölçümleri piyezometre deliklerine bağlanan uygun aletlerle yapılır. Ancak delik uygun açıldığı takdirde piyezometre basınç yüksekliği doğru olarak gösterir. Mills [3], Schiller [4], Allen ve Hooper [5] ve diğerleri ancak piyezometre delikleri gayet itinalı olarak açıldığı takdirde, basınç okumalarının doğru olacağını göstermişlerdir. Deliğin silindirik olması, cidar yüzeyi ile aynı hizada bulunması ve yüzeye dik olması, derinliğin en az iki çap kadar olması gerekir. Çıkıntılar ve çok yuvarlatılmış girişler hatalara sebep olurlar. Yön değiştiren basınçlar ölçülecekse piyezometre deliğinin her iki uçta da biçiminin aynı olması gerekir; aksi takdirde akışkan iki doğrultuda akarken kayıplar farklı olacağından basıncın doğru değeri elde edilemez. Piyezometre' nin büyüklüğü cidar geometrisine göre küçük olmalıdır. Büyüklüğün piyezometrelerin doğruluğuna tesiri üzerinde otoriteler anlaşamamaktadırlar, Amerikanlar [3,5] hiçbir tesir görememişler, bir alman ise [4] çapı 0,4 ile 1,0 mm olan piyezometrelerde yüzde 0,9 kadar bir negatif hata bulmuştur. Piyezometre bağlantılarında sızmaya müsaade edilmez, sızmanın tesiri küçük piyezometre deliklerinde daha büyük olur. Piyezometre deliği etrafındaki yüzeyin, pürüzlülük fazla değilse, en az 50 delik çapı kadar bir bölgede, pürüzlülük fazla ise daha büyük bir bölgede düzgün olması gerekir. Şekil 4a, 4c ve 4d de bu kurala uyulmadığı için meydana gelen hatalar, Şekil 4b de ise doğru biçimler gösterilmiştir.

Cidardaki bir piyezometrenin bir üniform akım bölgesindeki ortalama hidrostatik basıncı göstermesi için sınırın konumunda ani değişme olan bir yerin yakınlarına konmaması gerekir, aksi takdirde, göstereceği yerel basınç cidardan belli bir mesafedeki basınçtan az veya fazla olacaktır (Şekil 4e).



Şekil 4. Pivezometre biciminin basıncı okumasına etkisi

Akımın içerisindeki basıncı doğru okumalar verecek şekilde biçimlendirilmiş disk veya borularla ölçülür. Şekil 5a, θ geliş açısının $\pm 5^\circ$ arasındaki değerleri için yüzde 2 doğrulukla basıncı veren bir basıncı diskini göstermektedir. Açı büyüdükçe hata hızla artar, ancak artış simetrik değildir. 5b ve 5c de gösterilen basıncı boruları da akışkanın θ geliş açısı $\pm 5^\circ$ yi geçmediği takdirde basıncı doğru olarak gösterirler.



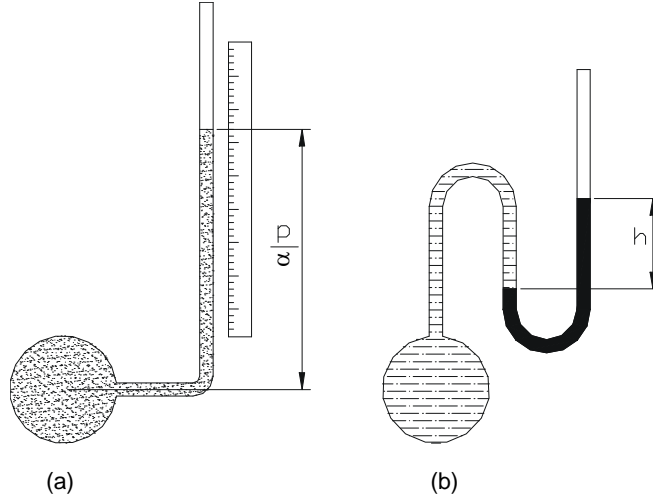
Şekil 5. Akım içerisindeki basıncı ölçen aletler

Pivezometre hataları hız yüksekliği ile doğru orantılı olarak değişir, bilhassa yüksek hızlı akımlarda bunlara tedbir alınması gerekir. Çok küçük bozuklukların büyük tesirleri olduğundan üniform hız bölgesinde basıncı ölçmek için birbiriyle bağlı birçok delikler kullanılması tavsiye edilir.

- Sıvılı Ölçme Aletleri

Pivezometre delikleri genel olarak su seviyesinin ölçüleceği sakinleştirme kuyularına bağlanırlar. Kuyu pivezometredeki yük salınımlarını söndürür. Cam veya plastikten yapılmış saydam sakinleştirme kuyularının kullanılması özel aydınlatma isteyen metal kuyulardan daha pratiktir. Birleştirme borusu bazen yassı yapılır veya içine bir vana konularak söndürme etkisi artırılır. Böyle bir yola gidildiği takdirde söndürmenin her iki doğrultudaki akımlar için de aynı olmasına dikkat edilmelidir; aksi takdirde basıncı akıma daha az direnç gösteren doğrultuda birikir. Bu şekilde zararlı salınımları önlemeğe çalışırken geçidi tamamiyle kapatma tehlikesi de vardır, bu ciddi hatalara yol açabilir. Bu gibi durumlarda daha iyisi vananın etrafına kapiler bir yan geçit koyarak vanayı tamamen kapatıp çalışmaktır. Yan geçidin de her iki doğrultudaki akımlara karşı direncinin aynı olması gerekir.

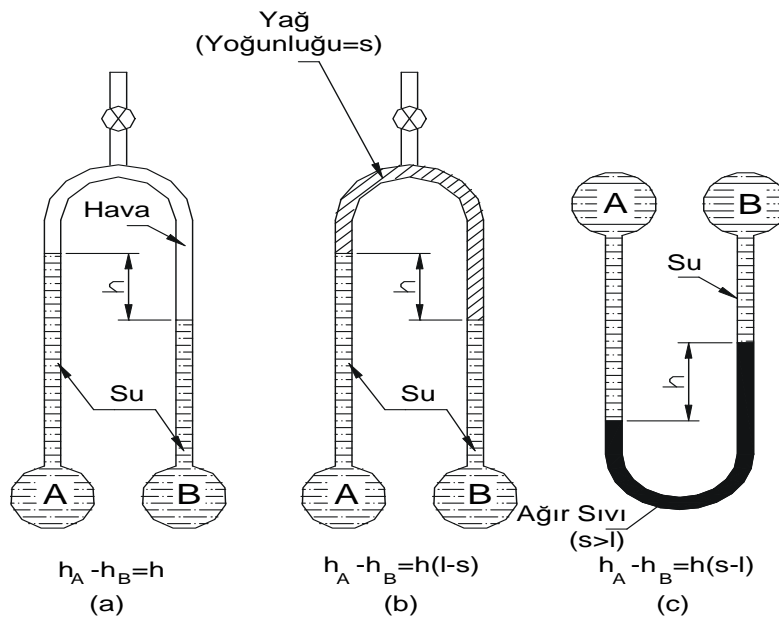
En basit sıvılı ölçme aleti bir piyezometreye bağlanmış saydam bir düşey borudan ibarettir (Şekil 6a). Birçok noktalarda basınç okumalarını elde etmek istendiğinde birbirlerine yakın olarak yerleştirilmiş birçok borulardan meydana gelen bir manometre tablosu kullanmak uygun olur. Sıvı seviyelerini kolayca okumak için, boruların arkasına taksimat yapılabilir. Ancak basınç değişimleri büyükse, borulardaki sıvı seviyeleri de büyük ölçüde değişecektir. Bu güçlüğü yenmek için piyezometredeki basıncı dengelemek üzere daha ağır bir sıvı ihtiva eden bir U borusu kullanılır. (Şekil 6b). s ağır akışkanın yoğunluğu olmak üzere h su dir. Bu iş için cıva kullanılır, zira yoğunluğu büyüktür (13,6), birkaç desimetrelilik su sütununa tekabül eden yük değişimleri birkaç santimetrelilik cıva sütunu değişimine indirgenebilir.



Şekil 6. Basit Manometreler

Basit bir manometrede sıvı sütununun değişimi hassas bir okumaya imkan vermeyecek kadar küçükse okumaları büyötmek için daha hafif bir akışkan ihtiva eden ters bir U borusu kullanılabilir. Şekil 6b de yağ kullanılırsa, yağ seviyelerinin farkı basit bir borudaki su seviyelerinin farkından daha büyük olur.

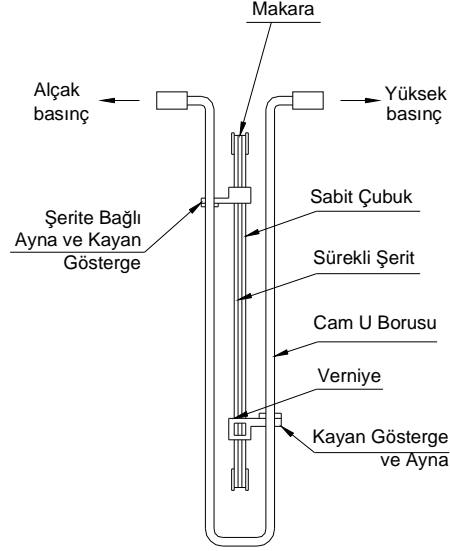
İki piyezometre yüksekliğinin farkı arandığında U borusu tipli bir diferansiyel manometre kullanılabilir. Farklı yoğunlukta sıvılar kullanmak suretiyle okumaların yapıldığı sıvıların yer değiştirmesini akım olayına katılan akışkan sütunu cinsinden ifade edilen yük farkından daha fazla veya daha az yapmak kabil olur. Şekil 7 de akım olayına katılan sıvı su olmak üzere birçok tipik düzenler ve her birinin yük farkı formülleri verilmiştir. Okumaların yapıldığı sıvının seviyelerindeki h farkının bu sıvının s yoğunluğu ile suyun yoğunluğunun farkına bağlı olduğu ve bu fark azaldıkça arttığı görölmektedir



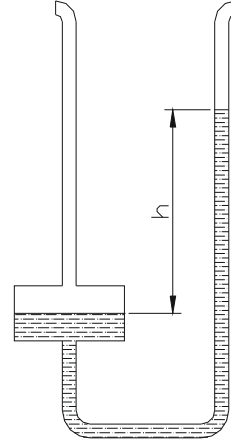
Şekil 7. Diferansiyel Manometreler

Ancak yoğunluğu birbirine çok yakın sıvılar kullanmak suretiyle h okumasını çok fazla artırmak da mümkün olmaz, zira bu durumda sıvıları ayıran yüzeyde kir kolayca toplanır, yüzeyin şekli de çabucak değişebilir. bu sebeple istenen doğruluk elde edilemez.

Bir su-hava diferansiyel manometresinin seviyelerini uygun bir seviyeye çıkarmak için, manometrenin üst tarafından pozitif veya negatif basınç tatbik edilebilir. Bu bilhassa kompresör veya vakum pompaları bulunan laboratuarlarda kolayca tatbik edilebilirse de, küçük bir el pompası da bu iş için kullanılabilir.



Şekil 8. Diferansiyel manometre için direkt okuma ölçüğü

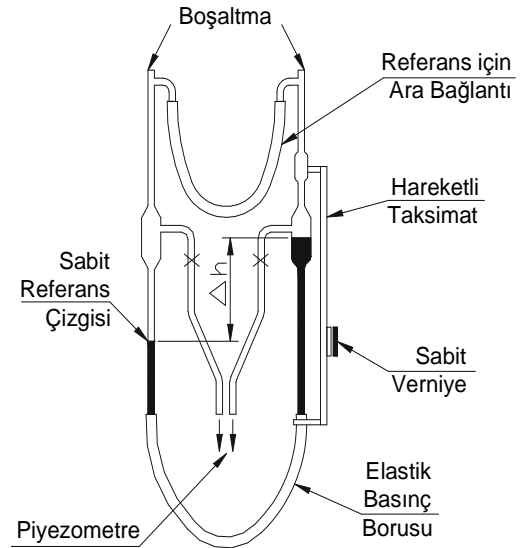


Şekil 9. Direkt okunmalı diferansiyel manometre

Diferansiyel manometrelerle basınç ölçümlerinde ekseriya her bir borudaki sıvı seviyesinin ayrı ayrı okunması gerekir. Iowa Institute' da bu işi kolaylaştırmak için aletin üst ve altına yerleştirilmiş makaralar üzerinde çekilen sürekli bir şerit kullanılmaktadır. Şeridin sıfırı bir sıvı seviyesine getirilir, kayan bir gösterge de diğer seviye ile çakıştırılır; böylece kot farkı şerit üzerinde doğrudan doğruya okunabilir (Şekil 8).

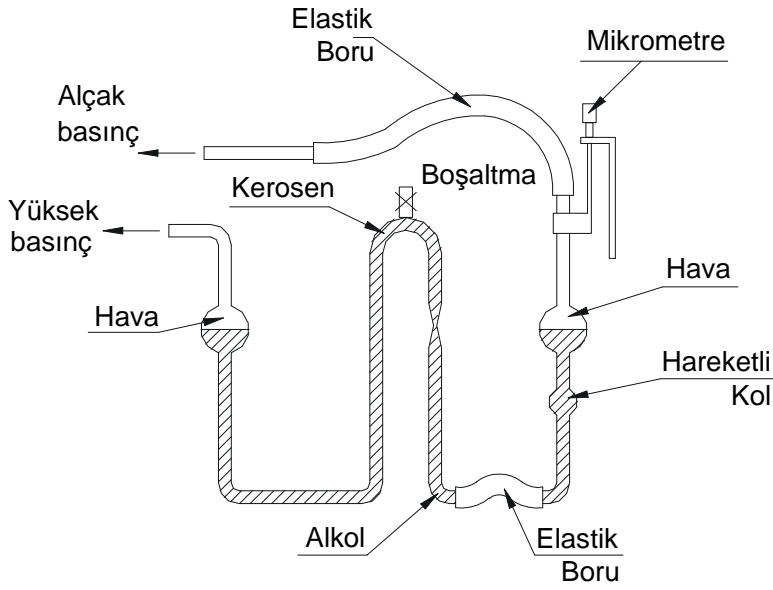
İki okumanın farkını almaktan kurtulmak için başka bir yol da aletin bir tarafına genişletilmiş bir kısım yapmaktır (Şekil 9). Küçük çaplı boruda yükselecek sıvı, hacmi genişletilmiş kısımdan, buradaki sıvı seviyesini fazla değiştirmeksizin elde edilebilir. Mesela 2,5 mm' lik boruda 60 cm lik bir değişim 5 cm lik genişletilmiş kısımdaki seviyeyi sadece ,5 mm değiştirerek elde edilebilir. Iowa Institute da hiç yer değişimi olmayan bir alet yapmıştır; aletin bir kolunu düşey olarak hareket ettirmek suretiyle diğer koldaki seviye sabit tutulmaktadır, iki kol elastik bir boru ile birleştirilmiş olup, taksimat, hareketli borunun üzerindedir (Şekil 10).

Küçük basınçları veya küçük basınç farklarını hassas olarak okuyabilmek için birçok metotlar mevcuttur, eğik borular, sıvı seviyelerindeki küçük farkların optik olarak büyütülmesi, aletin parçalarının küçük hareketlerinin mikrometre ile ölçülmesi gibi. Çok küçük basınç farklarını ölçmekte başarı ile kullanılan aletlerden biri Wahlen aletidir [6]. Bu alette kısmen alkolle doldurulmuş ve kerosen ihtiva eden ters U borusuna elastik olarak bağlanmış iki kap mevcuttur, U borusunun kollarından birinde kapiler bir kısım vardır. İki sıvının yoğunlukları birbirine çok yakın olduğundan basınç farkındaki az bir değişime karşılık kapiler borudaki ayırma yüzeyi büyük miktarda hareket eder. Sonra bir mikrometre vasıtasıyla alkol ihtiva eden kaplardan birinin seviyesini



Şekil 10. Sıfır yer değiştirmeli diferansiyel Manometreler

değiştirerek ayırma yüzeyi sabit bir konuma getirilir (Şekil 11). 0.025 mm lik alkol farkları dahi kolayca okunabilir. Buna benzer bir aletle su basıncındaki küçük farklar da ölçülebilir.

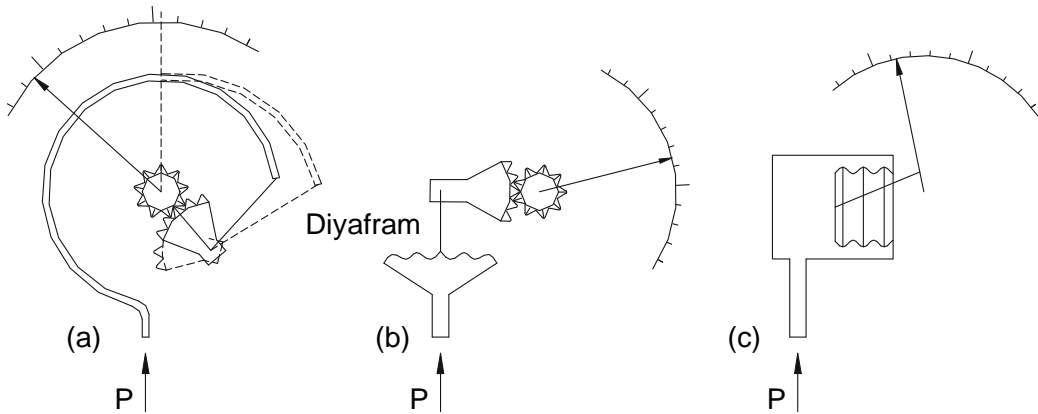


Şekil 11. Wahlen aleti

- Mekanik Ölçme Aletleri

Piyasada çok değişik tiplerde mekanik ölçme aletleri vardır. Fakat bunların çoğu aşağıda belirtilen sınıflardan birine katılabilir.

Pistonlu Aletler : Bunlar bir yaya karşı hareket eden bir pistondan ibaret basit aletlerdir. Pistondan sızıntıları önlemek için geçirimsizlik halkaları gereklidir, fakat bunlar sürtünmeden dolayı okumaların hassaslığını azaltırlar. Bu mahzuru önlemek için, basınç okunurken piston döndürülebilir; diğer basınç ölçme aletlerinin ayarlanmasında ekseriya böyle bir alet kullanılır. Fakat sızma ve sürtünme tamamen yok edilmedikçe böyle bir alet hassas olarak kabul edilemez.



Şekil 12. Mekanik basınç ölçme aletleri.

Borulu Aletler : Dairesel kesitli bir boru yay şeklinde büküldüğünde, kesiti elips haline gelir. Böyle bir boru bir ucu kapatılarak iç basınca maruz bırakılırsa ilk biçimini almaya çalışır, serbest ucu iç basınçla orantılı olarak hareket eder. Bourdon aletinin esası budur. (Şekil 12a), ayarlandığı bölgede yüzde ½ hassaslıkta sonuçlar verir; ancak piyasada satılan normal aletlerin hassaslığı yüzde 5 ile 10 u geçmez. Borunun basıncı ile şekil değiştirmesi arasındaki bağlantı lineer olduğundan bu aletlerde sıfır okumasının istenen basınca ayarlanmasını sağlayacak şekilde hareketli bir taksimat bulunabilir. Hareketli parçaları ve sıvı sütununun ataleti yüzünden basınçtaki hızlı salınımlar hassas olarak takip edilemez.

Diyaframlı Aletler : Bunların esası ince bir diyaframın basınca maruz kaldığında yapacağı hareketin ayarlanmasıdır. Genel olarak diyafram, mukavemet rijitliğini artırmak ve basınç salınımindan sonra ilk haline dönmesini sağlamak üzere dalgalı yapılıdır (Şekil 12b). Diyaframın küçük hareketleri mekanik bağlantılar ve dişlilerle, optik yansıtma ile veya bir elektrik devresinin direnç, anpedans ve sığa gibi karakteristiklerini değiştirmek suretiyle büyütülür.

Körüklü Aletler : Diyaframın hareketinin sınırlı oluşu mahzurunu ortadan kaldırmak için körüklü aletler kullanılabilir (Şekil 12c), bunlarda çok dalgalı bir silindirin uzunluğundaki toplam değişme sabit bir bağlantı ile bir taksimata iletilir. Bu körükler basıncın büyük ölçüde değişmelerine karşı elastik davranırlar, silindirdeki dalgaların büyüklük ve sayılarını artırmak suretiyle küçük basınç değişmelerine hassas hale getirilebilirler.

- Piyezoelektrik Ölçü Aletleri

Piyezoelektrik kristallerden basınçtaki hızlı değişmeleri takip edebilen aletler yapılabilir, bunlar dış devreden geçen elektrik akımı vasıtasıyla basınçtaki değişim miktarını gösterirler [7]. Bu okumalar zamana göre çizilir ve integre edilirse o zaman zarfındaki toplam basınç değişimi elde edilir. ($\Delta p = \int \frac{dp}{dt} dt$). hareketli bir şerit üzerine kaydedilmiş olan galvanometre

sapmalarının planimetre ile integre edilmesi ile, basınçtaki değişimler ne kadar hızlı olursa olsun, basınç değişimleri elde edilebilir. Bu metodun daha ileri bir şekli akımın şiddetini artırıp bir osiloskop perdesi üzerinde gözlemektir. Kuvars kristalleri 350 kg/cm² lik basınçları gösterebilirler. Bu şekilde hassas olarak takip edilebilen salınımların frekansı çok büyüktür, saniyede 1 ile 10.000 devir.

Burada anlatılan esas tiplerden başka; dinamik, pnömatik, hidrolik, elektrik ve radyo transmisyon sistemleri bulunan çeşitli basınç ölçme aletleri de vardır. Bunların bir kısmı Addison tarafından anlatılmıştır [8].