

## ÖZET

### BİR BORU HATTINA İLİŞKİN BİLGİLERİN ELDE EDİLMESİNE YÖNELİK SİSTEM VE İLGİLİ YÖNTEM

5

Buluş, bir akışkan akışını (28) taşıyan bir boru hattına (4) ilişkin bilgilerin elde edilmesi için bir sistem sunmaktadır. Bu sistem, boru hattına ve/veya akışkana ilişkin bilgilerin elde edilmesine olanak sağlayan bir arda-analize sahip olan veri elde etme araçları (10) ve söz konusu veri elde etme araçları tarafından elde edilen veriler için belleğe alma araçları (11) içeren, veri kayı ve enerji besleme açısından otonom bir modül (1; 30) içermektedir; otonom modül, boru hattı içerisine girmeden önce akışkan akışı tarafından ittirilmesi için düzenlenmektedir. Ayrıca otonom modüle bağlı olan ve boru hattının dışarısından erişilebilir olan bir mekanik bağlantı (2) içermektedir.

## İSTEMLER

1. Bir akışkan akışını (28) taşıyan bir boru hattına (4) ilişkin ve/veya akışkana ilişkin bilgilerin elde edilmesine yönelik sistem olup, sistem aşağıdakileri içermektedir:

5

- boru hattına ve/veya akışkana ilişkin bilgilerin elde edilmesine olanak sağlayan bir ardaanalize sahip olan veri elde etme araçları (10) ve söz konusu veri elde etme araçları tarafından elde edilen veriler için belleğe alma araçları (11) içeren, veri kayı ve enerji besleme açısından otonom bir modül (1; 30); otonom modül, boru hattı içerisine girmeden önce akışkan akışı tarafından ittirilmesi için düzenlenmektedir, ve

10

- otonom modüle bağlı olan ve boru hattının dışarısından erişilebilir olan bir mekanik bağlantı (2); söz konusu mekanik bağlantı otonom modül tarafından elde edilen verilerin boru hattının dışarısına aktarılması için ve boru hattının dışarısından otonom modüle enerjinin tedarik edilmesi için özelliklerden yoksundur.

15

2. Otonom modülün (1; 30) sinyal iletme ve/veya alma araçları içerdiği, İstem 1'e göre yöntem.

20

3. Otonom modülün (1; 30); otonom modül ve mekanik bağlantı (2) arasındaki çekiş kuvvetinin ölçülmesine yönelik araçları içerdiği, önceki istemlerden herhangi birine göre sistem.

25

4. Otonom modülün (1; 30), boru hattının (4) en az bir iç duvarına göre konumun saptanmasına yönelik araçları içerdiği, önceki istemlerden herhangi birine göre sistem.

5. Otonom modülün (1; 30), boru hattının (4) yüksekliği ve/veya genişliği yönünde yer değiştirme araçları içerdiği, önceki istemlerden herhangi birine göre sistem.

30

6. Önceki istemlerden herhangi birine göre sistem olup, otonom modül (1; 30) şunlar arasından en az birisini içermektedir: bir atalet merkezi, basınç ölçme araçları, hız ölçme araçları ve bir manyetometre.

35

7. Otonom modülün (1; 30) boru hattının (4) dışarısında bulunan ve zaman referansları olarak

işlev gören bir d[er] saat ile senkronize olan bir iç saat (13) içerdiği, önceki istemlerden herhangi birine göre sistem.

5 **8.** Otonom modülün (1; 30), boru hattı (4) içerisine girmeden önce, akışkan akış (28), akışkana göre hızı doğrultusunda değişken bir direnç sunması için düzenlendiği, önceki istemlerden herhangi birine göre sistem.

10 **9.** Otonom modülün (1; 30); yerleşik akım üretim sistemi, örneğin yeniden doldurulabilir bir batarya içerdiği, önceki istemlerden herhangi birine göre sistem.

**10.** Mekanik bağlantı (2), boru hattı (4) içerisinde bulunduğu zaman akışkan akış (28), akışkana göre hızı doğrultusunda değişken bir direnç sunması için araçlar ile donatılmış, önceki istemlerden herhangi birine göre sistem.

15 **11.** Mekanik bağlantı (2) on kilometrelik bir uzunluğa sahip olduğu, önceki istemlerden herhangi birine göre sistem.

20 **12.** Ayrıca mekanik bağlantı boru hattı içerisine sürtünmesinden kaynaklanan kuvvetlerin üstesinden gelmek üzere düzenlenen, boru hattı içerisinde mekanik bağlantı (2) boru hattı (4) içerisine ittirilmesine yönelik araçlar içeren, önceki istemlerden herhangi birine göre sistem.

25 **13.** Otonom modül (1; 30) akışkan akış (28) tarafından ittirildiği zaman, boru hattı (4) içerisine giren mekanik bağlantı (2) uzunluğunun ölçülmesi için araçlar (6) ve/veya çekiş yoluyla boru hattından çekilen mekanik bağlantı uzunluğunun ölçülmesi için araçlar içeren, önceki istemlerden herhangi birine göre sistem.

30 **14.** Önceki istemlerden herhangi birine göre bir sistem yardımıyla, bir akışkan akış (28) taşıyan bir boru hattına (4) ilişkin ve/veya akışkana ilişkin bilgilerin elde edilmesi için yöntem olup, yöntem aşağıdaki aşamaları içermektedir:

- boru hattına ve/veya akışkana ilişkin bilgilerin elde edilmesine olanak sağlayan bir araç analize sahip olan veri elde etme araçları (10) ve söz konusu veri elde etme araçları tarafından elde edilen veriler için belleğe alma araçları (11) içeren, veri kaydı ve enerji besleme açısından otonom bir modülün (1; 30), otonom modüle bağlı olan

boru hattının dışarıdan erişilebilir bir mekanik bağlantı (2) boru hattının içerisine sokulması söz konusu mekanik bağlantı otonom modül tarafından elde edilen verilerin boru hattının dışarına aktarılması için ve boru hattının dışarıdan otonom modüle enerjinin tedarik edilmesi için özelliklerden yoksundur; ve

- 5 - otonom modülün akışkan akışı tarafından ittirilmesi sırasında, söz konusu veri elde etme araçları yardımıyla verilerin elde edilmesi ve söz konusu belleğe alma araçları yardımıyla söz konusu verilerin belleğe alınması

10 **15.** Boru hattına (4) ilişkin olarak elde edilen bilgilerin, söz konusu boru hattında bir sızıntı ve/veya çap, ovallık, iç cüruf bağlama, iç kireçlenme, boru hattında bir iç yüzeyinin kesintili olması çevre alan ile uyumluluk, contaların açılması düzlem ve/veya yükseklik profili, manyetik elemanların varlığı, iç basınç ve/veya akışkanın akış hızı gibi söz konusu boru hattının özelliklerinin saptanmasıyla ilişkili olduğu, İstem 14'e göre yöntem.

## TARİFNAME

### BİR BORU HATTINA İLİŞKİN BİLGİLERİN ELDE EDİLMESİNE YÖNELİK SİSTEM VE İLGİLİ YÖNTEM

5

Mevcut buluş, bir akışkan akışını taşıyan bir boru hattına ilişkin ve/veya akışkana ilişkin bilgilerin elde edilmesi ile ilgilidir.

10 Bu bilgiler, kısıtlı bir şekilde olmaksızın, boru hattı içinde sızıntı ve/veya söz konusu boru hattı veya akışkanın özelliklerinin saptanmasıyla ilişkin olabilmektedir.

Örneğin bir sızıntı saptanması için, boru hattının içerisinde bu sızıntı tarafından tetiklenen gürültünün analiz edildiği bilinmektedir.

15 WRc şirketi tarafından geliştirilen Sahara (tescilli marka) çözümüne göre bir akustik sensör, bir erişim noktası aracılığıyla varsayılan boru hattı içerisine sokulmaktadır daha sonra akışkan akışı tarafından ittirilen boru hattının içerisinde dolaşmaktadır

20 Bir kablo uçlarından birisiyle bu akustik sensöre bağlanmaktadır Bir yandan akustik sensör tarafından yakalanan akustik bilgilerin diğer ucunda bulunan bir analiz sistemine gerçek zamanlı olarak aktarılması ve diğer yandan akustik sensörün beslenmesi için gerekli elektrik enerjisinin tedarik edilmesine olanak sağlamaktadır

25 Akustik sensörün konumu öte yandan, akustik sensörü takiben bu boru hattının içine sokulan kablunun uzunluğunun ölçülmesi yoluyla, ayrıca akustik sensör tarafından iletilen bir sinyalin uygun bir sistem ile donatılan, yüzeyde bulunan bir operatör tarafından saptanmasıyla, boru hattının içerisinde dolaşmasıyla her zaman muhafaza edilmelidir.

30 Yakalanan akustik verilerin gerçek zamanlı olarak analiz edilmesi ve akustik sensörün devamlı konumu, boru hattı içinde olası bir akışkan sızıntısının saptanmasıyla, coğrafik konumunun da saptanmasıyla olanak sağlamaktadır

Yukarıda bahsedilen bu özellikler sayesinde, akustik sensöre bağlı kablo, uygun bir yapıya ve çapa ve dolayısıyla nispeten fazla sertliğe sahip olmak zorundadır

35

Ancak bu tür bir çapın varlığı kablonun akışkan ile ve boru hattının içerisi, özellikle de boru hattının doğrusal olmayan bölgeleri ile önemli ölçüde sürtünmelere maruz kalmasına neden olmaktadır

- 5 Dolayısıyla bu, boru hattının içerisine sokulabilen maksimal kablo uzunluğunu yaklaşık olarak 1 km ile sınırlandırmaktadır. Nitekim bu uzunluğun ötesinde, kablonun boru hattındaki sürtünmeleri tarafından üretilen kuvvet, akışkanın hızından kaynaklanan akustik sensörün itici kuvvetinin üzerine çıkmaktadır ve bu, boru hattının içerisinde akustik sensörün ilerlemesini engellemektedir.

10

EP0450814 numaralı patent dokümanında, boru hattının dışarısında bulunan bir gözleme istasyonuna mekanik olarak ve elektriksel olarak bağlanan bir boru hattının incelenmesi için bir sondanın kullanılmaktadır. GB2379015 numaralı patent dokümanında benzer bir sondadan bahsetmektedir. FR2556832 numaralı patent dokümanında dışarıda herhangi bir mekanik veya elektriksel bağlantı olmaksızın bir boru hattının incelenmesi için bir sondanın kullanılmaktadır. US7231812 numaralı patent dokümanında dışarıda sadece bir mekanik bağlantı ile bir boru hattının incelenmesine yönelik olan ve bir konum feneri içeren bir sondanın kullanılmaktadır

15

Mevcut buluşun bir amacı bir boru hattına ilişkin bilgilerin, yukarıda bahsedilen dezavantajlar sınırlandırılarak elde edilmesine olanak sağlamaktadır

20

Buluş aynı zamanda bir akışkan akışını taşıyan bir boru hattına ilişkin ve/veya akışkana ilişkin bilgilerin elde edilmesi için bir sistem önermektedir. Bu sistem aşağıdakileri içermektedir:

- 25 - boru hattına ve/veya akışkana ilişkin bilgilerin elde edilmesine olanak sağlayan bir arda analize sahip olan veri elde etme araçları ve söz konusu veri elde etme araçları tarafından elde edilen veriler için belleğe alma araçları içeren, veri kayı ve enerji besleme açısından otonom bir modül; otonom modül, boru hattının içerisine girmeden önce akışkan akışı tarafından ittirilmesi için düzenlenmektedir, ve
- 30 - otonom modüle bağlı olan ve boru hattının dışarısından erişilebilir olan bir mekanik bağlantı söz konusu mekanik bağlantı otonom modül tarafından elde edilen verilerin boru hattının dışarısına aktarılması için ve boru hattının dışarısından otonom modüle enerjinin tedarik edilmesi için özelliklerden yoksundur. Bir otonom modülün, başka bir ifadeyle ne verilerin elde edilmesi ve belleğe alınması için ne de enerji beslemesi için dışarıdan yardıma gereksinim duymayan bir modülün kullanılması giriş kısmında

35

açılanan Sahara çözümünü kadar hacimli bir kablonun geçirilmesine olanak sağlamaktadır

5 Otonom modülden elde edilen verilerin boru hattının dışına aktarılmasına veya boru hattının dışından otonom modüle enerji sağlanmasına olanak tanıyan özelliklere sahip olmayan basit bir mekanik bağlantı yeterlidir. Bu tür bir mekanik bağlantı kesit güvenilirliği sayesinde, otonom modülün boru hattının içerisinde ilerlemesine engel olmadan, Sahara çözümündeki kablodan daha fazla bir uzunluğa sahip olabilmektedir.

10 Ayrıca otonom modülünü takiben boru hattının içerisine giren mekanik bağlantının uzunluğunun devam etmesi sayesinde, otonom modülün boru hattı içerisinde kolay bir şekilde konumlandırılmasına yanısıra, mekanik bağlantının boru hattından dışarıya basit bir şekilde çekilmesi yoluyla otonom modülün kolayca geri kazanılmasına olanak sağladığı için, Sahara çözümündeki kablo ile aynı avantajlara sahiptir.

15 Boru hattından çıkmasından sonra otonom modül tarafından belleğe alınan verilerin ardından analizi, tamamen güvenilir bir teşhisin oluşturulmasına olanak sağlamaktadır. Bu analiz, kullanılan mekanik bağlantının uzunluğu sayesinde, otonom modül tarafından veriler için tek bir elde etme / belleğe almadan boru hattının büyük bir kısmına ilişkin olabilmektedir.

20 Öngörülebilir herhangi bir şekilde birleştirilebilir diğer yapılandırma çeşitlerine göre:

- veri elde etme araçları akustik veri elde etme araçları içermektedir;

25 - otonom modül sinyal iletme ve/veya alma araçları içermektedir;

- otonom modül, boru hattının içerisine sokulmasından sonra, uygun herhangi bir araç ile boru hattının dışında yakalanmaya uygun olan bir gürültü gibi bir sinyalin üretilmesi için araçlar içermektedir;

30 - söz konusu veri elde etme araçları tarafından elde edilen verilerin belleğe alınmasına yönelik araçlar, minyatür çıkarılabilir bir destek içermektedir;

35 - otonom modül, yeniden doldurulabilir batarya veya başka herhangi bir türde yerleşik akım üretim sistemi içermektedir;

- otonom modül; otonom modül ve mekanik bağlantı arasında çekiş kuvvetinin ölçülmesine yönelik araçlar içermektedir;
- 5 - otonom modül, boru hattının en az bir iç duvarına göre konum saptama araçları içermektedir;
- otonom modül, boru hattının yüksekliği ve/veya genişliği yönünde yer değiştirme araçları içermektedir;
- 10 - otonom modül, boru hattının duvarı yönünde bir darbe dalgasının üretilmesi ve bunun titreşimsel yanıtının ölçülmesine yönelik araçlar içermektedir;
- otonom modül, boru hattının iç duvarı üzerine dayanan bir ya da daha fazla bükülmüş esnek pim içermektedir; bu esnek pimlerin biçim değiştirmesine ilişkin bir analiz örneğinin pürüzlülük, contaların açılması ve/veya boru hattının içerisinin profiline ilişkin özelliklerin elde edilmesine olanak sağlayabilmektedir;
- 15 - otonom modül şunlar arasında en az birisini içermektedir: bir atalet merkezi, basınç ölçme araçları, hız ölçme araçları ve bir manyetometre;
- 20 - otonom modül, boru hattının dışarısında bulunan ve zaman referansları olarak işlev gören bir dış saat ile senkronize bir iç saat içermektedir;
- 25 - otonom modül, boru hattının içerisine girmeden önce, akışkan akışının, akışkana göre göreceli hız doğrultusunda değişken bir direnç sunması için düzenlenmektedir. Örneğin bir akışkan akış hızı yakını olduğu zaman buna maksimal bir direnç sunmaktadır;
- otonom modül, hızı yakını olduğu zaman maksimal akışkan akışına karşısında bir enine yüzeye sahip olması için düzenlenmektedir;
- 30 - otonom modül, hızı yakını olduğu zaman maksimal akışkan akışına karşısında enine bir yüzeye sahip olacak şekilde bir yay yardımıyla mekanik bağlantıya göre mafsallanmaktadır;

35

- otonom modül, bir otonom modül gövdesinin çevresinde yüzey elemanlarıdır; yüzey elemanları otonom modülün hızı sınırları yakını olmadığında zaman büyük ölçüde otonom modül gövdesine karşı yerleştirilmeye ve otonom modülün hızı sınırları yakını olduğu zaman ise otonom modül gövdesine göre genişletilmiş şekilde yerleştirilmeye uygundur;

5

- otonom modül akışkan için geçitler ve otonom modülün hızı sınırları yakını olmadığında zaman söz konusu geçitlerden en azından bazıları için açılarak bırakılması için ve otonom modülün hızı sınırları yakını olduğu zaman ise söz konusu geçitlerden en azından bazıları için kapatılması için düzenlenen hareketli bir dağıtım elemanıdır;

10

- otonom modül büyük ölçüde oblong bir şekil sergilemektedir;
- otonom modül, eğri alınımları kolaylaştırılması için, isteğe bağlı olarak enerji ve bilgileri taşıyabilen bir bağlantı ile zincirlenen, yakını alt modüllere ayrılabilir;

15

- otonom modül ve/veya mekanik bağlantı akışkan ile aynı yoğunluk seviyesine sahiptir;
- mekanik bağlantı akışkan ile ve/veya boru hattının içerisi ile sürtünme kuvvetlerinin sınırlandırılması için düzenlenmektedir;

20

- mekanik bağlantı boru hattının içerisinde bulunduğu zaman akışkan akışını, akışkana göre göreceli hızı doğrultusunda değişken bir direnç sunması için araçlar ile donatılmaktadır. Bu direnç örneğin hızı sınırları yakını olduğu zaman maksimal olabilmektedir;

25

- mekanik bağlantı mekanik bağlantının hızı sınırları yakını olduğu zaman büyük ölçüde mekanik bağlantıya karşı yerleştirilmeye ve mekanik bağlantının hızı sınırları yakını olduğu zaman mekanik bağlantıya göre genişletilmiş şekilde yerleştirilmeye uygun olan yüzey elemanlarıdır;

30

- mekanik bağlantı on kilometrelik bir uzunluğa sahiptir;
- sistem ayrıca mekanik bağlantının boru hattı üzerine sürtünmesinden kaynaklanan kuvvetlerin üstesinden gelecek şekilde mekanik bağlantının boru hattının içerisine sokulması için itme araçları (tekerlekler, şeritler, isteğe bağlı olarak çentikli olanlar veya

35

diğerleri) içermektedir; karşı gelen çekme araçlar mekanik bağlantı boru hattından çıkarılması için kullanılabilir;

5 - itme araçları birisi mekanik bağlantı kesilmesi için, diğeri ise kullanılabilen bir arakilidin boru hattına sokulması için olmak üzere iki kademeye ayrılmaktadır. kademeler arasında bir servo öngörülebilmektedir;

10 - sistem ayrıca boru hattına girişinin memba yönünde mekanik bağlantı için dezenfeksiyon araçları içermektedir;

- otonom modül, örneği boru hattının sertliğine ilişkin özelliklerin elde edilmesi amacıyla, bu boru hattının titreşimsel yanıtının analiz edilmesi için araçları içermektedir;

15 - sistem, otonom modül akışkan akışı tarafından ittirildiği zaman, mekanik bağlantı boru hattının içerisine giren uzunluğunun ölçülmesi için araçları ve/veya çekiş yoluyla mekanik bağlantı boru hattından çekilen uzunluğunun ölçülmesi için araçları içermektedir; ve/veya

20 - sistem çekme sistemi seviyesine mekanik bağlantı geriliminin ölçülmesi için araçları içermektedir. Otonom modülün yanında gerçekleştirilen gerilim ölçümü ile bağlanan bu bilgi, sonsal olarak ve yineleyen bir şekilde, boru hattı üzerine mekanik bağlantı sürtünmelerinin ölçülmesine ve daha özellikle mekanik bağlantı uzamalarının bilinmesine olanak sağlamaktadır ve bu da konumlandırma hassasiyetinin iyileştirilmesini mümkün kılmaktadır.

25 Buluş aynı zamanda önceki istemlerden herhangi birine göre bir sistem yardımıyla, bir boru hattına ilişkin ve/veya bir akışkan akışına ilişkin bilgilerin elde edilmesi için bir yöntem sunmaktadır. Yöntem aşağıdaki aşamaları içermektedir:

30 - boru hattına ve/veya akışkana ilişkin bilgilerin elde edilmesine olanak sağlayan bir arakilide analize sahip olan veri elde etme araçları ve söz konusu veri elde etme araçları tarafından elde edilen veriler için belleğe alma araçları içeren, veri kaydı ve enerji besleme açısından otonom bir modülün, otonom modüle bağlı olan boru hattının dışarısında erişilebilir bir mekanik bağlantı boru hattının içerisine sokulması söz konusu mekanik bağlantı otonom modül tarafından elde edilen verilerin boru hattının dışarısına aktarılması için ve

boru hattının dışarıdan otonom modüle enerjinin tedarik edilmesi için özelliklerden yoksundur; ve

- otonom modülün akışkan akışı tarafından ittirilmesi sırasında, söz konusu veri elde etme araçları yardımıyla verilerin elde edilmesi ve söz konusu belleğe alma araçlarının yardımıyla söz konusu verilerin belleğe alınması

Avantajlı olması açısından son olarak otonom modülün mekanik bağlantılarından çekilmesi suretiyle boru hattından çıkarılması gerçekleştirilmektedir.

10

Bir başka veri elde etme/belleğe alma isteğine bağlı olarak, boru hattından çıkarıldığı zaman otonom modül tarafından gerçekleştirilebilmektedir. Otonom modül akışkan akışı tarafından ittirildiği sırada gerçekleştirilen veri elde etme/belleğe alma tamamlanabilmektedir, bu elde edilen bilgilerin güvenilirliğinin iyileştirilmesine elverişli olan artı bilgilere sahip olunmasına olarak sağlamaktadır. Varyant olarak bu, otonom modül akışkan akışı tarafından ittirildiği sırada gerçekleştirilen veri elde etme/belleğe alma ile değiştirilebilmektedir.

15

Boru hattına ilişkin olarak elde edilen bilgiler, söz konusu boru hattında bir sızıntının saptanmasına ilişkin olabilmektedir. Varyant olarak veya tamamlayıcı olarak, boru hattına ilişkin olarak elde edilen bilgilerin, söz konusu boru hattında bir sızıntının ve/veya çap, ovallik, iç cüruf bağlama, iç kireçlenme, boru hattının bir iç yüzeyinin kesintili olması çevre alan ile uyumluluk, contaların açılması düzlem ve/veya yükseklik profili, manyetik elemanların varlığı iç basınç ve/veya akışkanın akış hızı gibi söz konusu boru hattının özelliklerinin saptanmasıyla ilişkili olabilmektedir. Bunlar aynı zamanda boru hattının yapısal durumunun bilinmesine olanak sağlayan bilgileri içerebilmektedir.

20

25

Boru hattına ilişkin olarak elde edilen bilgilerin tamamlayıcı olarak veya bunların yerine, akışkana ilişkin olarak elde edilen bilgiler, taşınan akışkanın hidrolik parametrelerinin ve/veya kalitesinin ölçümüne ilişkin olabilmektedir. Bunlar şunlar arasından en az birisini de içerebilmektedir, klor konsantrasyonu, pH, akışkan sıcaklığı vs.

30

Bilgiler boru hattına ve akışkana ilişkin olarak elde edildikleri zaman, iki türde bilginin elde edilmesi eş zamanlı ve birleştirilmiş veya bağımsız olabilmektedir.

35

Mevcut buluşun diğer özellikleri ve avantajları ekli şekillerden hareketle, kısaca özetlenmektedir.

olmayan yapılandırma örneklerinin aşağıdaki açıklamasıyla ortaya çıkacak olup, burada:

- şekil 1, buluşa göre bir sistem örneğini gösteren bir şemadır
- şekil 2, dahil edilmeye uygun olan elemanları görünür hale getirerek, bir otonom modül  
5 örneğini gösteren bir şemadır
- şekil 3, bir boru hattında bulunan bir otonom modül için olası davranışlara ilişkin iki eğriyi gösteren bir grafiktir;
- şekiller 4a-4e, farklı hâzelerde, bir otonom modül için avantajlı bir yapı örneğini gösteren şemalardır
- 10 - şekiller 5a-5e, farklı hâzelerde, bir otonom modül için avantajlı bir başka yapı örneğini gösteren şemalardır
- şekiller 6a-6c, farklı hâzelerde, bir otonom modül için avantajlı bir başka yapı örneğini gösteren şemalardır
- şekiller 7a-7c, farklı hâzelerde, bir mekanik bağlantı için avantajlı bir yapı örneğini gösteren  
15 şemalardır
- şekil 8, buluşa göre bir başka sistem örneğini gösteren bir şemadır
- şekiller 9a-9b, sırasıyla kapalı ve açık konumlarda, pullarla donatılan avantajlı bir otonom modül örneğini gösteren şemalardır
- şekil 10, şekil 8'e göre otonom modülün bir kademesinin ayrıntısını gösteren bir şemadır
- 20 - şekiller 11a-11b, konum ölçümlerinin gerçekleştirilmesi için sensörler ile donatılan bir otonom modülü, sırasıyla yandan bir görünümde ve bir enine görünümde gösteren şemalardır
- şekil 12, yanal olarak yer değiştirebilen dümenler ile donatılan bir otonom modülü üstten görünümde gösteren bir şemadır
- 25 - şekil 13, dikey olarak yer değiştirebilen balastlar ile donatılan bir otonom modülü üstten görünümde gösteren bir şemadır
- şekiller 14a-14c, ardışık anlarda, bir mekanik bağlantı itirilerek bir boru hattına girişi sırasında ortaya çıkabilen olguları gösteren şemalardır
- şekiller 15a-15c, bir boru hattına bir mekanik bağlantı itirilmesi ve/veya çekilmesine  
30 yönelik sistem örneklerini gösteren şemalardır
- şekil 16, bir boru hattına sokulmasından önce bir mekanik bağlantı için bir dezenfeksiyon uygulayan bir sistem örneğini gösteren bir şemadır
- şekil 17, bir boru hattına bir mekanik bağlantı girişi için iki kademeli bir sistem örneğini gösteren bir şemadır
- 35 - şekil 18, iki ayrı kademe arasında bir servo içeren bir sistem örneğini gösteren bir

şemadı

- şekiller 19 ve 20 otonom modülün esnek pimler ile donatıldığı bir düzenlemenin sırasıyla bir yandan görünümü ve bir önden görünümüdür;
- şekil 21, boru hattının birleştirilme geçidinde bir otonom modül üzerine yerleşik olan esnek pimlerin bir esneme varyasyonunu gösteren bir şemadı
- şekil 22, boru hattının ayrılma geçidinde bir otonom modül üzerine yerleşik olan esnek pimlerin bir esneme varyasyonunu gösteren bir şemadı

5

10

Şekil 1, bir akışkan akışını (28) taşıyan bir boru hattına (4) ilişkin bilgilerin elde edilmesi için bir sistem örneğini göstermektedir.

15

Boru hattı (4) herhangi bir türde olabilmektedir. Örneğin akışkan yerine su veya başka herhangi bir sıvı, gaz, vs. barındırabilmektedir. Şekli ve boyutları çeşitli olabilmektedir. Özellikle çap katkına bulunduğu uygulamaya göre değişebilmektedir. Sistem avantajlı olması açısından boru hattının (4) özelliklerine göre uyarlanabilmektedir.

20

Boru hattının (4) basit bir doğrusal kesiti şekil 1’de gösterilmiştir. Ancak bu, boru hattı (4) için açılara, dirseklere veya ilerleyişi sırasında sapmalara sahip olması dışında kapsam dışında bırakılmamaktadır.

25

Gösterilen boru hattı (4) zeminin (9) altına gömülmüştür. Ancak elbette boru hattının bir kısmının açık havada olması görülebilmektedir. Ancak bu toprak dışında başka bir şey tarafından çevrelenebilmektedir. Örneğin bu beton veya benzeri bir yapıya içerisine yerleştirilebilmektedir.

30

Şekil 1’de gösterilen sistem, bir mekanik bağlantı (2) bağlandığı bir otonom modülü (1) içermektedir.

Şekil 2, dahil edilmeye uygun olan farklı elemanları görünür hale getirerek, bir otonom modül (1) örneğini göstermektedir.

35

Bu örnekte otonom modül (1), örneğin bir mikro (10) şeklini alabilen, akustik veri elde etme araçları içermektedir. Bu durumda mikro (10) avantajlı olması açısından elde edilen akustik bilgilerin analiz edilmesinin basitleştirilmesi amacıyla, boru hattı (4) içinde bir akışkan sızıntısı (28) gösteren frekans veya frekanslar üzerinde ayarlanmaktadır.

Daha genel olarak otonom modül (1), boru hattına (4) ilişkin bilgilerin elde edilmesine olanak sağlayan bir ardanalize sahip olan veri elde etme araçlarıdır. Örneğin, akustik veri elde etme araçları tamamlayıcı olarak veya bunların yerine, otonom modül (1) bir fotoğraf aparatı veya minyatür bir kamera gibi görsel veri elde etme araçları içerebilmektedir.

Veri elde etme araçları (örneğin boru hattı (4) içinde bir sızıntı saptamasına olanak sağlanması için düzenlenebilmektedir. Varyant olarak veya tamamlayıcı olarak bunlar, boru hattına ilişkin olarak elde edilen bilgilerin, söz konusu boru hattı içinde bir sızıntının ve/veya çap, ovallik, iç çürük bağlama, iç kireçlenme, boru hattının bir iç yüzeyinin kesintili olması çevre alan ile uyumluluk, düzlem ve/veya yükseklik profili, manyetik elemanların varlığı iç basınç ve/veya akışkanın akış hızı gibi söz konusu boru hattının (4) özelliklerinin elde edilmesi için düzenlenebilmektedir.

Otonom modül (1) ayrıca veri elde etme araçları tarafından elde edilen verilerin belleğe alınmasına yönelik araçları içermektedir. Bu belleğe alma araçları öngörülebilir herhangi bir türde olabilen, bir bellek (11) şeklini alabilmektedir. Bu belleğe alma örneğin bir mikro/mini-SD ("Secure Digital") kart veya benzeri gibi minyatür çıkarılabilir bir destek içerebilmektedir.

Otonom modülün (1) otonomisi, bu modülün, ardanalizin boru hattına (4) ilişkin bilgilerin elde edilmesine olanak sağladığı verilerin kaydedilmesi ve depolanması kapasitesine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bu aynı zamanda, otonom modülün (1) dışarıdan enerji beslemesine ihtiyaç duymadan çalışması kapasitesi ile sonuçlanmaktadır.

Bu amaçla seçilen bir zaman periyodu sırasında çalışması için ihtiyaç duyduğu enerjinin beslenmesi için otonom modül (1) içine bir besleme (12) dahil edilebilmektedir.

Bu besleme örneğin yeniden doldurulabilir bir batarya içerebilmektedir. Bu durumda batarya avantajlı olması açısından, otonom modülün (1) yeniden doldurma işleminin gerçekleştirilmesi için açılımlıya sahip olmasının önlenmesi amacıyla bu modülün dışarıdan yeniden doldurulmaktadır. Varyant olarak gerekli olduğu zaman otonom modülün (1) bataryasının değiştirilmesi mümkündür.

Aynı zamanda akışkan ve otonom modül arasında göreceli hareketten faydalanan bir hidrolik mikro jeneratöre dayalı bataryanın yeniden doldurulmasına yönelik bir cihazın modül içine

dahil edilmesi mümkündür.

5 Avantajlı olması açısından otonom modül batarya şarj kontrolü içerebilmektedir ve spesifik iletim yoluyla ittirimenin durdurulmasını talep edebilmektedir, durdurulmuş olduğu zaman, bu hız farkına bağlı olarak şarj enerjisi şarj süresine göre arttırılmakta veya azaltılmaktadır

Her koşullarda besleme (12) avantajlı olması açısından otonom modülün (1) içinde gerekli olan elemanlar kümesinin enerji ile beslenmesine olanak sağlamaktadır

10 Opsiyonel olarak otonom modül (1), modül boru hattında (4) içerisine yerleştirildiği zaman, uygun bir araç aracılığıyla boru hattında (4) dışarıdan yakalanmaya uygun olan bir gürültü gibi bir sinyalin üretilmesine yönelik üretim araçları içerebilmektedir. Bu araçlar örneğin bir çağrı cihazı (14) gibi özelliğinin iletilmesi için bir iletici şeklini alabilmektedir.

15 Yine opsiyonel olarak otonom modül (1) bir iç saat (13) içerebilmektedir. Bu saat avantajlı olması açısından, aşağıda ayrıntılı olarak açıklanacağı üzere, bir dış saat ile senkronize edilmektedir.

20 Şekil 1'deki boru hattına (4) ilişkin bilgilerin elde edilmesi için, örneğin boru hattına ilişkin bir sinyal saptanması veya diğer özelliklerin elde edilmesi amacıyla otonom modül (1) bir erişim noktası (8) aracılığıyla bu boru hattında içerisine sokulmaktadır

25 Bu girişten önce mekanik bağlantı (2) otonom modüle (1) bağlanmaktadır. Mekanik bağlantı (2) ve otonom modül (1) arasındaki bu modül bir ya da daha fazla eleman aracılığıyla ya da doğrudan gerçekleştirilebilmektedir.

30 Şekil 1'de gösterilen örnekte bir frezöndü (3), mekanik bağlantı (2) sabit olara kaldığı zaman bile otonom modülün (1) serbest dönüşüne olanak sağlayacak şekilde mekanik bağlantı (2) ve otonom modül (1) arasında yerleştirilmektedir.

35 Otonom modül (1) ayrıca boru hattı (4) tarafından taşınan akışkan akışı (28) tarafından ittirilmek üzere düzenlenmektedir. Otonom modüle (1) ilişkin şekil, boyutlar veya başka herhangi bir parametre bu amaçla seçilebilmektedir. Dolayısıyla isteğe bağlı olarak, akışkan (28) içinde otonom modülün (1) yer değiştirmesinin iyileştirilmesi için, modülün başlıklar kısmında açılan paraşüt veya benzeri türde cihazların kullanılması önerilebilmektedir.

Örnek olarak şekil 1'de gösterildiği üzere büyük ölçüde oblong bir otonom modül (1) şekli veya otonom modülün (1) boru hattı(4) içinde kolay dolaşımına olanak sağlayan hidrodinamik özellikler sergileyen başka herhangi bir şekilde kullanılabilir.

5

Aynı zamanda bir modül treni oluşturulacak şekilde modülün birçok alt modüle ayrılması mümkündür. Bu yapı eşdeğer modülün toplam uzunluğunun sınırlandırılmasına olanak sağlamaktadır ve engellerin yanından geçilmesini ve dirsek geçişini kolaylaştırmaktadır. Gerekli olması durumunda bir iletişim ve enerji bağlantısı farklı alt modüller arasında tasarlanabilmektedir. Bu iletişim bağlantısı örneğin bir ya da daha fazla bakır fiber optik veya benzeri teller içerebilmektedir. Bu düzenlemede modül treninin elemanlarından birisi, örneğin diğer alt modüllerin beslenmesi için tahsis edilebilmektedir ve bu, kümenin otonomisinin uyarlanmasına olanak sağlamaktadır.

10

15 Otonom modülün (1) boyutları avantajlı olması açısından, otonom modülün (1) burada bloke edilmiş olarak kalmasını önlenmesi amacıyla boru hattının (4) en küçük enine kesitine ulaşılmasına veya aşılmasına için seçilmektedir.

20

Otonom modülün (1) boru hattının (4) orta yüksekliğine yakın olarak yüzdürülmesinin sağlanması amacıyla, yoğunluğu akışkanın (28) ile aynı olacak şekilde otonom modülün (1) tasarlanması mümkün olabilmektedir. Diğer ölçümler aynı zamanda otonom modülün (1) uygun bir şekilde yüzdürülmesinin sağlanması için alınabilmektedir.

25

Avantajlı bir yapıya göre otonom modül (1), akışkan (28) geçirimsiz, örneğin metalik olan, bu modül içinde bulunan farklı elemanları koruyan bir kabuk, ayrıca geçirimsiz kabuğu çevreleyen ve kapalı hücreli bir köpük veya benzeri gibi, arzu edilen yüzdürme özelliklerini sağlayan bir malzemedен oluşan bir üst katman içermektedir.

30

Elbette otonom modül (1) için diğer yapılar da öngörülebilmektedir.

35

Otonom modül (1) için olduğu gibi mekanik bağlantının (2) yoğunluğu, "iki su arasında" doğal olarak konumlandırılacak ve boru hattının (4) zeminine dayanmayacak şekilde akışkanına yakın olarak seçilebilmektedir. Bağlantı tamamen mekaniktir ve bu (düşük yoğunluk) olasılığı çapının dönüşü için gerekli olan çekişe karşı mekanik direnç göstermesi suretiyle belirlenmemesi sayesinde mümkün olabilmektedir. Düşük bir yoğunluk aynı

zamanda çok düşük bir yoğunluğa ve düşük bir mekanik dirence sahip olan bir malzemenin yüksek mekanik dirence ve daha yüksek yoğunluğa sahip olan bir malzeme ile birbirine eklenmesi yoluyla, örneğin birlikte kalıtan çekilmesi yoluyla elde edilebilmektedir. Bununla birlikte bu özellik, mekanik bağlantı (2) boru hattı (4) içinde ilerlemesi için gerekli değildir, bu sadece bunu kolaylaştırabilmektedir.

5

Şekil 8, ilgili fonksiyonlardan her birisini sağlayan bir eleman yığından oluşan bir otonom modül varyantını göstermektedir. Bu yığın örneğin özelleştirilmiş kesitler veya kademelerin sıralanmasıyla gerçekleştirilebilmektedir.

10

Yukarıda da belirtilmiş olduğu üzere otonom modül birbirlerine bağlı olan ancak birleştirilmemiş alt modüllere ayrıldığı zaman, söz konusu alt modüllerin her birisi söz konusu özelleştirilmiş kademeler veya kesitlerden bir ya da daha fazlasını içerebilmektedir.

Şekil 8'de gösterilen örnekte bir tutturma ve kuvvet ölçüm kademesi (31), bir dümen kademesi (32), iki durum kademesi (33 ve 38), bir balastlama kademesi (34), bir batarya ve dengeleme kademesi (35), bir belleğe alma, hesaplama ve saat kademesi (36), örneğin sesli (akustik) veya benzeri sinyallerin elde edilmesi, iletilmesi ve/veya alınmasıyla ilişkin bir kademe (37) ve basınç ölçümü, hız ölçümü, ataletsel merkezi ve/veya manyetometre kademesi (39) içermektedir.

20

Tamamlayıcı veya varyant olarak otonom modül, yüzeyin izlenmesi ve analiz edilmesi için boru hattının iç duvarına dayanan bir ya da daha fazla bükülmüş esnek pim içeren bir kademe ve/veya boru hattının duvarı yönünde bir darbe dalgasının üretilmesi ve geri dönen titreşim dalgasının geri kazanılmasıyla ilişkin bir kademe içerebilmektedir.

25

Örneğin tel şeklinde bir veri yolu (29) avantajlı olmasıyla farklı kademelerin iletişimine ve güçle beslenmesine olanak sağlamaktadır. Otonom modülün yukarıda da belirtildiği üzere bir modül treninden oluşması durumunda bu veri yolu bir dış bağlantı haline gelebilmektedir.

30

Kademeler, örneğin vidalama yoluyla ikişerli olarak sabitlenebilmektedir.

Bu kademeler arasındaki sırtmazlık örneğin contalar yardımıyla sağlanabilmektedir. Balastlama kademesi (34) durumunda burada tahliye/doldurma delikleri düzenlenmektedir ve örneğin bir ikinci mahfaza ile genel sırtmazlık gerçekleştirilebilmektedir.

35

Otonom modülün (1) elemanlarındakinden farklılıklar koşuluyla, otonom modülün (30) farklı kademelerinin fonksiyonları aşağıda ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

- 5 Otonom modülün (1) (veya 30) boru hattında (4) içine girmesinden sonra bu modül, boru hattında (4) içerisinde akışkanın (28) yer değiştirme hızı ve özellikleri açısından akışkan akışı (28) ittirilmektedir.

10 Boru hattında (4) içerisinde ilerlemesi sırasında otonom modül (1) (veya 30) bağlandığı mekanik bağlantı (2) tahrik etmektedir.

Bu mekanik bağlantı (2) aynı zamanda doğrudan akışkan akışı (28) tarafından, bu akış yönünde kendiliğinden tahrik edilebildiği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu mekanik bağlantı (2) ve akışkan (28) arasındaki sürtünmeden kaynaklanmaktadır. Bir akışkan kesiti kendisiyle birlikte mekanik bağlantı (2) bir kesitini tahrik etmektedir.

20 Akışkanın (28) sürtünmesi nedeniyle mekanik bağlantı (2) bazen, özellikle otonom modülün (1) hızı mekanik bağlantı (2) olan akışkan akış hızından (28) daha düşük olduğu zaman, otonom modülü (1) (veya 30) aşabilmektedir. Bu aynı zamanda bir döngü oluşturabilmektedir.

25 Mekanik bağlantı (2) başlangıçta bir bobin (5) üzerine sarılabilmektedir. Bu durumda mekanik bağlantı (2), boru hattında (4) içerisinde otonom modülün (1) (veya 30) ilerlemesine göre bobinden (5) kesilmektedir.

30 Dolayısıyla otonom modül (1) (veya 30) boru hattında (4) içerisinde mekanik bağlantı (2) eşit veya yakını olan bir uzunluğu kat edebilmektedir. Nitekim mekanik bağlantı (2) bütünlüğü, mekanik bağlantı (2) bir ucunun sabitlendiği bobinden (5) kesilmiş olduğu zaman mekanik bağlantı (2) otonom modülü (1) (veya 30) tutmaktadır ve boru hattında (4) içinde ilerlemesine devam etmesini engellemektedir.

35 Otonom modülün (1) (veya 30) başlangıçta boru hattında (4) içerisine girişi için bir sokma cihazı (7) avantajlı olması açısından kullanılabilmektedir. Bu cihaz örneğin, halat vinçleri veya ön gerilim kablolarına dış çekilmesi için kullanılabilenler gibi iticiler, örneğin tekerlekler ve/veya tırnaklar ilkesine dayanabilmektedir.

Aynı türde (isteğe bağlı olarak aynı cihaz olan) ve farklı türde bir sokma cihazı otonom modülün (1) (veya 30) bu boru hattı içerisinde ilerlemesine göre, basıncı boru hattı (4) içine mekanik bağlantı (2) ittirilmesi için kullanılabilir.

5

Bir yandan mekanik bağlantı (2) ve boru hattı (4) arasında ve diğer yandan mekanik bağlantı (2) boru hattı (4) içine girişi sırasında sürtünmenin yokluğu, akışkan akışı (28) içinde bu akış yönünde dolaşması için mekanik bağlantı (2) üzerine bir dış kuvvetin uygulanması gerekmektedir. Bu bağlantı, otonom modülü (1) aşmaması ve her noktada gergin olarak kalması gerekmektedir.

10

Bununla birlikte bu koşullar bir yandan boru hattı (4) otonom modülün (1) tamamen ilerlemesi üzerinde uzunlamasına olmak zorunda olmadığı ve mekanik bağlantı (2) en az boru hattı (4) dirseklerine sürtüneceği için ve diğer yandan mekanik bağlantı (2) basıncı boru hattı (4) içine girişi bu alanda bir sızdırmazlık ve dirençli bir sürtünme gerektirdiği için genellikle yerine getirilmektedir. Mekanik bağlantı (2) basıncı boru hattı (4) içerisine ittirilmesi bu sürtünmelerin üstesinden gelinmesine olanak sağlayabilmektedir.

15

Mekanik bağlantı (2) sürtünmeler tarafından tutulmadığı bölgelerde, akışkan akışı (28) sürtünmeleri tarafından akışkan yönünde tahrik edilebilmeye devam etmektedir. Mekanik bağlantı (2) boru hattı (4) üzerine sürtünmesinin veya girişinin mansap yönünde akışkan (28) mekanik bağlantı (2) sürtünmesi, bir itirme şeklinde memba yönünde bir çekişe karşılık gelmektedir. Boru hattı (4) üzerine sürtünmenin her iki yanında, buraya karşı olması için birleşik kuvvetler uygulanmaktadır.

25

Mekanik bağlantı (2) boru hattı (4) içine sokulması için kullanılan giriş cihazı avantajlı olması açısından tipik olarak bir ya da daha fazla yuvarlak conta, bir ya da daha fazla dudaklı conta veya bir üstü�ü basıncı sistemi tarafından sağlanan sızdırmazlık sürtünmesinin üstesinden gelinmesine olanak sağlamaktadır. Aynı zamanda akışkan akışı (28) tarafından akış yönünde tahrik edilmesine eşlik edecek şekilde mekanik bağlantı (2) boru hattı (4) içinde ittirilmesine olanak sağlayabilmektedir. Ters çalışma sırasında sokma cihazı çekme cihazı haline gelmektedir ve böylece avantajlı olması açısından akışkan akışı (28) içinde ve boru hattı (4) üzerinde mekanik bağlantı (2) sürtünmelerinden kaynaklanan ve sızdırmazlık sürtünmelerinden kaynaklanan kuvvetlerin üstesinden gelinmesine olanak sağlamaktadır.

30

35

Otonom modülün (1) boru hattı(4) içinde ilerleme hareketi durumunda mekanik bağlantı(2) (2) boru hattı(4) içinde kalıcı olarak ittirilmesi, birçok şekilde mekanik bağlantı(2) boru hattı(4) üzerine sürtünmesinden kaynaklanan kuvvetlerin üstesinden gelmesine olanak sağlayabilmektedir.

Yukarıda da belirtildiği üzere akışkan akışı(28) kendisiyle birlikte mekanik bağlantı(2) tahrik etmektedir ve dolayısıyla bunun devamlı olarak girişi buna karşı değildir.

10 Boru hattı(4) üzerine mekanik bağlantı(2) sürtünmesi durumunda mekanik bağlantı(2) girişi mekanik bağlantı(2) boyunca aktarılan ve isteğe bağlı olarak akışkan(28) mekanik bağlantı(2) üzerine sürtünmesinden kaynaklanan mansap ve memba yönündeki kuvvetlere eklenerek, mekanik bağlantı(2) boru hattı(4) üzerine sürtünmesinden kaynaklanan kuvvetin üstesinden gelmesine olanak sağlayabilecek şekilde bir sıkıştırma kuvveti üretmektedir.

Bununla birlikte şekiller 14a ila 14c'de gösterildiği üzere, mekanik bağlantı(2) sürtünmesi/çap arasındaki uzunluk oranı hesaba katıldığında zaman, bu sıkıştırma kuvvetini üreten itişin, mekanik bağlantı(2) boru hattı(4) üzerine sürtünmesi büyük olursa itiş noktası(7) ve sıkıştırma (c) arasında elastik bir dengesizlik şeklinde bir burulmayı tetikleyebilmesi mümkündür. Bununla birlikte bu olgu, bir yandan mekanik bağlantı(2) dengesizlik dalgası(10) akışkan akışı(28) yönünde ilerlemesinden kaynaklanan bir artış etkisi ile ve aynı zamanda dengesizlik sırasında mekanik bağlantı(2), akışkan (28) karşısında akışkana paralel olacak ve daha büyük bir itiş kuvveti ortaya çıkacak şekilde daha büyük bir yüzeye sahip olmasıyla sıkıştırma hattında (c) mekanik bağlantı(2) debloke edebilmektedir. Bu sürtünme noktasından geçilmesinden sonra mekanik bağlantı(2) dalgası bu nokta boyunca yayılabilmektedir ve sonraki sürtünmeyi debloke edebilmektedir.

Bağlantı modül tarafından basit bir şekilde çekilmesi durumunda bu ortaya çıkmamaktadır. Dolayısıyla mekanik bağlantı(2) boru hattı(4) içinde sürekli olarak ittirilmesi avantajına sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Şekil 15a'da gösterildiği üzere ittirme, daha sonra geri döndürme, çekme hidrolik veya elektrik motoru ile hareket ettirilen bir sistem (54) tarafından gerçekleştirilebilmektedir. Bu sistem, makaralar(58) etrafında yer değiştiren tekerleklerle (56) (şekil 15b) veya şeritlere

(57) sahip olabilmektedir. Boru hattı (4) girişin mekanik bağlantı (2) avantajlı olması açısından uygun bir klavuz aracı (55) tarafından yönlendirilebilmektedir.

Avantajlı olması açısından akışkan (28) akış hız ölçüm cihazı (59), mekanik bağlantı (2) akışkan akışı (28) tarafından taşındığı noktada bulunabilmektedir. Bu şekilde sistem (54) isteğe bağlı olarak, örneğin bu değer ile büyük ölçüde aynı değere ayarlanması suretiyle, akışkan (28) akış hızına yönelik bu tür bir ölçüme göre boru hattı (4) içine mekanik bağlantı (2) giriş hızına uyarlanabilmektedir.

10 Mekanik bağlantı (2) boru hattı (4) içine sokulması için gerekli kuvvet için ölçüm aracı kullanılabilmektedir. Bu kuvvet, geri dönüş sırasında olduğu gibi ileri gidiş sırasında mekanik bağlantı (2) giriş sırasında sürtünmesini, mekanik bağlantı (2) boru hattı (4) içine ittirilmesi/çekilmesi kuvvetini ve aynı zamanda boru hattı (4) dışındaki bağlantı rezervinin açılması için gerekli kuvvet ve sistemin dahili kayıplarını temsil etmektedir.

15 Kuvvet ölçümü örneğin sistemin (54) bir ya da daha fazla elektrik motoru tarafından hareket ettirilmesi durumunda basit bir elektrik tüketim hesabından ve bir ya da daha fazla hidrolik motorun durumunda ise debiden elde edilebilmektedir; mekanik bağlantı (2) boru hattı içine giriş hızı ölçülmektedir.

20 Öte yandan şekil 16'da gösterildiği üzere boru hattı (4) örneğin içilebilir su oluşturma, mekanik bağlantı (2) için sokma cihazı boru hattı (4) içine girişinden önce mekanik bağlantı (2) kesintisiz olarak dezenfeksiyonuna yönelik bir bölge (60) içerebilmektedir. Bölge (60) içinde bulunan dezenfektan dozlaması örneğin bir dezenfektan haznesi (63), bir pompa (62) ve bölge (60) içine dozlamayı kontrol edilmesine yönelik bir cihaza (61) ait olan uygun bir devre yardımıyla yönetilebilmektedir.

Şekil 17'de gösterilen opsiyonel bir aramaya göre mekanik bağlantı (2) boru hattı (4) içine sokulması mekanik bağlantı (2), bundan sonra kilit olarak adlandırılacak olan bir ittirme bölgesi (65) içine girişi ayrılmaktadır. Mekanik bağlantı (2) boru hattı (4) içinde ittirilmesi kilit (65) için bulunan ittirme araçları (66) tarafından gerçekleştirilmektedir. Buna karşın mekanik bağlantı (2) kilit (65) içine girişine yönelik araçlar (64) kilidin memba yönünde bulunmakta ve avantajlı olması açısından bir sızdırmazlık aracı (69) kilit (65) girişinde düzenlenmektedir.

35

Mekanik bağlantı (2) boru hattına (4) göre girişi veya çekilmesi için gerekli olan kuvvet böylece mekanik bağlantı (2) kilide (65) göre girişi veya çekilmesi için gerekli kuvvetten ayrılmaktadır. Bu durumda mekanik bağlantı (2) boru hattına (4) göre girişi/çekilmesine ilişkin kuvvetin ölçümü, boru hattının (4) yapısal özelliklerinin bilinmesi için kullanılabilen tamamlayıcı bilgiler verebilmektedir.

5

İtirme sistemi üzerine bir çekiş kuvvetinin uygulanmasını önlenmesi amacıyla bir yandan giriş ve diğer yandan çıkış olmak üzere iki sistem (64 ve 66) arasında mekanik bağlantı (2) ait bir esnek kısım (67) serbest bırakılabilmektedir.

10

İki sistemden her birisi üzerinde mekanik bağlantı (2) ilerleme hızlarının senkronizasyonu avantajı olmasından, mekanik bağlantı (2) uzunluğu itilen mekanik bağlantı (2) karşı gelecek şekilde, itirme sistemi (66) tarafından boru hattı (4) içine mekanik bağlantı (2) sokulmasına yönelik sistem (64) için bir servo (68) tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu tür bir servo şekil 18'de gösterilmektedir. Giriş sistemi (64) aynı zamanda, örneğin bir makara üzerinde bulunması durumunda mekanik bağlantı (2) rezervinin açılmasına olanak sağlanması için boyutlandırılabilir.

15

Bu durumda mekanik bağlantı (2) boru hattı (4) içinde ittirilmesine yönelik kuvvetin ölçülmesi, yukarıda da açıklandığı üzere olası sıkışmalar ve elastik dengesizlik üzerinden bilgilendirilebilmektedir: birinci durumda kesintili bir itirme kuvveti artış, ikinci durumda ise şiddetli bir azalma mevcuttur.

20

Bu durumda boru hattının (4) dışarısında çekme kuvvetinin ölçülmesi, otonom modülün (1) frendüsüsü (3) üzerinde aynı anda ölçülen kuvvetle kıyaslama suretiyle, mekanik bağlantı (2) boru hattı (4) içinde sürtünmeleri ve sapmaların hesaplanmasına olanak sağlayabilmektedir. Bu kıyaslama saatlerin senkronizasyonu ile sağlanmaktadır. Mekanik bağlantı (2) akışkan akışı (28) içinde akışa zıt yönde çekilmesi için gerekli olan kuvvetlerinden toplamından çekme kuvvetinden, mekanik bağlantı (2) akışkan (28) içinde sürtünmesinden kaynaklanan kuvvetler, boru hattı (4) ve bunun içinde bulunan veya bununla temas halinde olan mekanik bağlantı (2) arasında üstesinde gelinecek olan kuvvetlerden, dirsekler içinde kaplanmasından gelen kuvvetler ve otonom modülün (1) direnç kuvvetinden elde edilmektedir.

30

Otonom modül (1) üzerinde bitişik alma ve çekme kuvvetlerin ölçülmesinin bir başka

35

kullanılan çekmenin sonunda, bağlantı kesitlerini oluşturan sürtünme noktaları her birisi arasında mekanik bağlantı (2) uzamasını hesaplanmasında ve böylece bu kesitler arasında mekanik bağlantı (2) uzamasına ilişkin ölçüm sistemi tarafından ölçülen giren veya çıkan mekanik bağlantı (2) uzunluğunun düzeltilmesine olanak sağlamaktadır. Bu düzeltme zaman göre otonom modülün (1) eğrili konumunu önemli oranda iyileştirebilmektedir. Mekanik bağlantı (2) özellikle geri dönüş fazında uzunluğu, kesitlerde mekanik bağlantı (2) üzerine çekiş kuvvetinin uygulanmasıyla sonuçlanan mutlak uzamaların toplamı eklenmesinin uygun olacağı açıklanan uzunluk olarak varsayılabilir.

10 Hem verilerin kaydedilmesi hem de besleme açısından otonom modülün (1) (veya 30) otonomisi, elde edilen veriler için bir arda analizinin gerçekleştirilmesine olanak sağlayacak olan işlemlerin çoğunun, hatta tümünün gerçekleştirilmesine olanak sağlayarak, boru hattı (4) üzerinde bilgilerin elde edilmesine neden olmaktadır.

15 Özellikle bu otonom modülün (1) (veya 30) otonomisi sayesinde buluşa göre sistem sadece otonom modülün (1) (veya 30) boru hattı (4) dışarısında bağlanması için basit bir mekanik bağlantı kullanılması olanak sağlayabilmektedir.

Bu tür bir mekanik bağlantı otonom modülden (1) (veya 30) elde edilen verilerin boru hattı (4) dışarısına aktarılması veya boru hattı (4) dışarısından otonom modüle (1) (veya 30) enerji sağlanmasına olanak tanıyan özelliklere sahip olmayan basit bir mekanik bağlantı olarak anlaşılmalıdır. Bu, giriş kısmında açıklanan Sahara çözümü ile önemli bir fark oluşturmaktadır.

25 Bu tür bir mekanik bağlantı Sahara ile kullanılan kablodan çok daha düşük kullanışlı bir kesite sahip olabilmektedir. Bu nedenle, boru hattı (4) içerisinde otonom modülün (1) (veya 30) ilerlemesine engel olmadan kullanılabilen mekanik bağlantı (2) uzunluğu, Sahara kablosununkinden daha uzun olabilmektedir.

30 Örnek olarak örneğin 20 km etrafında, on kilometrelik bir uzunluğa sahip olan bir mekanik bağlantı kullanılabilir.

Bu tür bir mesafeden bilgilerin elde edilmesine olanak sağlayan verilerin elde edilmesi tek bir seferde gerçekleştirilebilirken, önceki teknik çözümü ile, boru hattı ilgili alt bölümleri üzerinde on ardışık elde etme gerektirdiği için önemli bir avantaj oluşturmaktadır.

Bu ayrıca, göz önünde bulundurulan boru hattına erişim sağlamaya yönelik noktalar birbirlerinden çok uzak olduğu zaman, tipik olarak on kilometrelik bir uzaklıkta olduğu zaman bile bilgilerin elde edilmesinin mümkün hale getirilmesine olanak sağlamaktadır

5

Örnek olarak mekanik bağlantı (2) çelikten, fiberglastan ve/veya karbon fiberden yapılabilmektedir.

10 Bu durumda örneğin 3 ve 4 milimetre arasında olmak üzere birkaç milimetrelik kablo çapı yeterli olacaktır. Mekanik bağlantı (2) kullanıldığında düşük kesiti, bu mekanik bağlantı isteğe bağlı olarak başlangıçta sarı bobinin (5), nispeten azaltılmış bir ağırlığa sahip olması olanak sağlamaktadır ve bu taşınmasını kolaylaştırmaktadır

15 Elbette diğer malzemeler de göz önünde bulundurulan boru hattı ve akışkan türüne göre öngörülebilmektedir ve uyarlanabilmektedir.

Avantajı olması açısından mekanik bağlantı (2) bir kablonun etrafında bir koruma kılıfı içerebilmektedir.

20 Mekanik bağlantı (2), onların dengelenmesi amacıyla bükülme adımlarında kabloları tersi olan bir kablo olabilmektedir.

Mekanik bağlantı (2) kontrollü veya minimum uzama katsayısında kullanılabilmektedir.

25 Avantajı bir şekilde mekanik bağlantı (2) niteliği, özellikle boru hattının kavis bölgelerinde, aralarından olası bir temas sırasında boru hattının (4) içerisi ve akışkan (28) ile sürtünme kuvvetlerinin sınırlandırılması için seçilecektir.

30 Bu amaçla mekanik bağlantı (2); bu sürtünmeden kaynaklanan kuvvetler, akışkan (28) mekanik bağlantı (2) üzerine sürtünmesinden kaynaklanan kuvvetlerin toplanmasıyla kolayca üstesinden gelinebilecek şekilde, boru hattına (4) karşı düşük sürtünme katsayısına sahip olan bir malzeme ile kaplanabilmektedir. Mekanik bağlantı (2) kendisi, bu düşük sürtünme katsayısına sahip olurken, geri döndürülmesi için gerekli olan çekiş mekanik direncine sahip olan homojen bir malzemedir yapılabilmektedir. Bu kaplama ayrıca mekanik bağlantı (2) 35 çevresinin yuvarlak ve düz hale getirme avantajına sahiptir, bu örneğin bükülmüş tellerden

oluşan bir kablonun durumu değildir ve dolayısıyla giriş sızdırmazlığının daha kolaylaştırılmasına olanak sağlamaktadır

Boru hattına (4) ilişkin bilgilerin elde edilmesi aşağıdaki şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

5

Otonom modülün (1) (veya 30) boru hattı(4) içine girişinden sonra bu otonom modül (1) mekanik bağlantı(2) takiben akışkan akışı(28) tarafından ittirilmektedir. Boru hattının (4) içerisinde ilerlemesi sırasında otonom modül (1) (veya 30) uygun verilerin elde edilmesi ve belleğe alınmasını gerçekleştirilmektedir.

10

Boru hattının (4) içerisinde otonom modülün (1) (veya 30) konumu, otonom modül (1) (veya 30) akışkan akışı(28) tarafından ittirildiği sürece boru hattının (4) içerisine giren mekanik bağlantı(2) uzunluğunun ölçülmesi suretiyle bilinebilmektedir.

15

Bu amaçla otomatik ölçüm araçları(6) örneğin erişim noktasının (8) yakınında bulunabilmektedir. Varyant olarak ölçüm araçları, bu bobinden kesilen mekanik bağlantı(2) uzunluğunun değerlendirilmesi için bobinin (5) yakınında bulunabilmektedir. Bu durumda boru hattı(4) içine giren mekanik bağlantının (2) uzunluğu, bobinden (5) kesilen mekanik bağlantının (2) ölçülen uzunluğundan çıkarılabilmektedir, bobin (5) ve erişim noktası(8) arasındaki mesafe bilinmektedir. Ölçüm araçları yukarıda da açıklandığı üzere mekanik bağlantının (2) çekilmesi ve/veya ittirilmesine yönelik bir sistemin parçası oluşturabilmektedir.

20

Aynı zamanda boru hattı içinde ittirilen mekanik bağlantı(2) uzunluğu kalıcı olarak bilinebilmektedir. Bu ölçüm, otonom modül (1) içinde yerleşik bir saat ile mükemmel bir şekilde senkronize edilen bir saat ile zaman damgalamasına tabi tutulabilmektedir. Bu senkronizasyon daha sonra otonom modül (1) tarafından kaydedilen bir olay anında boru hattı(4) içine giren mekanik bağlantının (2) uzunluğunun bilinmesine olanak sağlamaktadır. Bu bilgi, bu olayın kavisli konum bilgisini sağlayabilmektedir.

30

Yukarıda şekiller 15a-15c'den hareketle yukarıda açıklandığı üzere bir ittirme sistemi kullanıldığında zaman, boru hattı(4) içine giren mekanik bağlantı(2) uzunluğunun ölçülmesi örneğin, giriş tekerleklerinin (56) dönüş sayısının ölçülmesi yoluyla veya daha sonra şeritlerin uzunluğunun hesaba katılmasıyla şeritlerin (57) tahrik makaralarının (58) dönüş sayısının ölçülmesi yoluyla gerçekleştirilebilmektedir.

35

5 Tekerlekler (56) ve şeritler (57) arasındaki mekanik bağlantının (2) tahrik katsayısından kaynaklanan herhangi bir sapmanın önlenmesi amacıyla tekerlekler veya şeritler, bir kaymanın önlenmesi için mekanik bağlantının (2) yeterince sıkıştırılmasına olanak sağlayan şekillere sahip olabilmektedir. Dolayısıyla mekanik bağlantı(2) ile temas halinde olan tekerlekler veya şeritler çentiklere sahip olabilmektedir. Üstelik şeritler (57), kasnaklar (58) ve şeritler (57) arasında herhangi bir kaymanın önlenmesi için içeriden çentikli olabilmektedir.

10 Otonom modülün (1) (veya 30) coğrafik konumu, otonom modülün (1) elemanı(14) (veya otonom modülün (30) kademesinin (37) iletme araçları tarafından üretilen örneğin bir sesli sinyal gibi bir sinyalin dinlenmesi yoluyla boru hattının (4) içerisine giren mekanik bağlantı(2) uzunluğunun analizini tamamlayıcı olarak belirlenebilmekte veya ayarlanabilmektedir. Sinyalin yakalanması boru hattı(4) boyunca yüzeyde bulunan bir operatörün düzenlendiği uygun araçlar yardımıyla gerçekleştirilmektedir.

15

Avantajlı bir şekilde boru hattının (4) dışarısında bulunan bir dış saat, boru hattının (4) içerisine mekanik bağlantının (2) girişini takip etmesi için zaman referansı olarak işlev görebilmektedir.

20

Bu saat avantajlı olması açısından, otonom modülün (1) (veya 30) bu boru hattı içerisinde ilerlemesi sırasında her an boru hattının (4) içerisine giren mekanik bağlantı(2) uzunluğunu bilinebilecek şekilde ölçüm araçlarına (6) bağlanabilmektedir. Bu dış saat tarafından ölçülen zamana göre, boru hattının (4) içerisinde otonom modülün (1) (veya 30) coğrafik konumuna ilişkin bir göstergenin elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Kodlayıcı bir tekerlek bu amaçla kullanılabilmektedir.

25

Otonom modülün (1) (veya otonom modülün (30) kademesinin (36)) iç saati (13), mevcut olduğu zaman avantajlı olması açısından bu dış saat ile senkronize edilmektedir. Bu tek bir zaman referansının düzenlenmesine olanak sağlamaktadır.

30

Avantajlı bir şekilde otonom modül ve mekanik bağlantı arasında tutturma kuvveti ölçümü gerçekleştirilebilmektedir ve sonuçlar bu ölçümden çıkarılabilmektedir.

35

Bu amaçla şekil 10'da büyütülmüş olan otonom modül (30) kademesi (31), mekanik bağlantının (2) otonom modüle bağlanması için bir fişli döndü (45), bir conta (44), ayrıca çekiş

kuvveti ölçüm sensörü (46), bir bilyalı mekanik bağlantı (48) ve bir durdurma cihazı (47) içerebilmektedir.

5 Sensör (46) (örneğin frezölendü (45) ve mekanik bağlantı (2) arasındaki arayüzde konumlandırılabilen), otonom modül (30) ve mekanik bağlantı (2) arasında uygulanan çekiş kuvvetini gösteren bir ölçüm sağlamaktadır

10 Bu ölçüm, örneğin değiştirilmeye uygun bir ayar değeri olarak belirtilen veya önceden belirlenebilen bir eşik ile karşılaştırma yoluyla analiz edilebilmektedir. Ölçülen çekiş kuvvetinin düşük olması durumunda bu mekanik bağlantı (2) hız ve otonom modülün (30) hızı yakınlığı anlamına gelmektedir; bunun sebebi ya ikisinin de aynı anda ilerlemesidir ya da otonom modülün (30) bloke edilmiş olmasıdır

15 Ölçülen çekiş kuvvetinin büyük olması durumunda bu otonom modülün (30), aynı yönde ilerlemeyen mekanik bağlantıdan (2) çok daha hızlı ilerlediği veya mekanik bağlantıdan (2) geri sarılma hızı geri dönüş yönünde aşırı hızlı olduğu anlamına gelmektedir. Birinci durumda bu mekanik bağlantı (2) boru hattı (4) içinde daha hızlı yapılmalıdır. İkinci durumda ise mekanik bağlantı (2) boru hattı (4) dışına daha yavaş çekilmelidir.

20 Çekiş kuvveti ölçümünün analiz edilmesinin tamamen otonom modül (30) tarafından gerçekleştirilmesi durumunda avantajlı olması açısından, örneğin bu ölçüme ilişkin bilgiyle iletişime geçilmesi için, erişim noktasına (8) kadar akışkan (28) içinde yayılabilen bir sinyal iletebilmektedir. Örneğin çekiş kuvveti ölçümü bir eşiği aştığında, bu kuvvetin azaltılmasına gerektiğini bildirmesi için bir sinyal iletebilmektedir. Sinyalin iletilmesi, çalışma biçimi aşağıda ayrıntılı bir şekilde açıklanacak olan kademe (37) tarafından gerçekleştirilmektedir.

30 Bu düzenlemelerden birisinde otonom modül, örneğin içebilir su durumunda klor konsantrasyonu, pH, sıcaklık ve/veya akışkan kalitesinin karakterizasyonuna ilişkin başka herhangi bir parametre gibi, boru hattı tarafından taşınan akışkan özelliklerinin ölçülmesine yönelik sondalar barındırabilmektedir.

Avantajlı bir şekilde otonom modülün boru hattının iç duvarlarına göre konumu ölçülebilmektedir.

Bu amaçla otonom modül tercihen boru hattında sabit yükseklikte bir konuma ve sabit bir yuvaya sahip olmak zorundadır, başka bir ifadeyle bunun yer çekimi kuvveti, bir dikey eksen etrafında eğimli olamayacak veya çok zor eğimlenebilecek şekilde itirilen merkezi altında bulunmaktadır. Bu uygun kütle ve hacim dağılımı ile kolayca elde edilebilmektedir.

5

Otonom modülün (30) konumunun ölçülmesi, örneğin durum kademeleri (33 ve 38) etrafında, bu modül üzerine yerleşik olan sensörler (50) yardımıyla gerçekleştirilebilmektedir. Bu sensörlerden her birisi, şekiller 11a ve 11b'de görülebildiği üzere sırasıyla yandan görünümde ve enine görünümde gösterildiği üzere boru hattının (4) bir iç duvarından mesafeyi ( $r_{11}$ ,  $r_{12}$ ,  $r_{13}$  veya  $r_{14}$ ) ölçmektedir.

10

Bu sensörler (50) örneğin, duvar üzerine yansıtılan ultrasonik bir titreşimi yayan ve alan sonarlardır. Bu titreşimin gidiş-dönüş yolunun zaman ölçümü sonar ve karşı duvar arasındaki mesafeye ilişkin bir bilgi vermektedir. Ses hızının akışkanın hızı ve basınç tarafından etkilenmesi durumunda bile her bir sensörün ölçümünün aynı şekilde etkilendiği varsayılabilir. Göreceli zaman ölçümleri, boru hattı (4) içinde otonom modülün (30) sol-sağ konumu ve yukarı-çukur konumunun bilinmesi için kullanılabilir.

15

Şekiller 11a ve 11b'de gösterilen iki kere dört sensör düzenlemesi ayrıca boru hattı (4) içinde otonom modülün (30) ilgili eğimi üzerine bir bilgi verebilmektedir.

20

Otonom modül tarafından gerçekleştirilen diğer ölçümlerde olduğu gibi bu konum ölçümleri gerektiği durumda bölgesel olarak belleğe alınabilir.

25

Bölgesel koşullarda (akışkan basıncı, sıcaklığı ve hız) akışkan (28) içinde ses hızı ölçümünün kullanılmasıyla, bu konum ölçümleri, boru hattının iç geometrisinin karakterize edilmesi için kullanılabilir: çap, ovalleşme, cüruf bağlama, kireçlenme, vs.

30

Akışkan (28) içinde yukarıda bahsedilen ses hızı, hız doğrudan zaman ölçümünden hesaplanabilecek şekilde, sensör (42) uzaklığı bilindiği ve değiştirilemez olduğu sabit geometrik özelliği (41) gösteren bir sensörün (42) otonom modül (30) üzerine yerleştirilmesi suretiyle elde edilebilmektedir. Bu hız daha sonra mesafelerin hesaplanması için kullanılabilir.

35

Varyant olarak akışkan (28) içinde sesin hızı yukarıda bahsedilen elemanların (41 ve 42)

yerine, ultrasonik statik anemometre modeli üzerinde, iki adet ultrasonik alıcı-vericilerin kullanılması suretiyle ve bir yönde ve diğer yönde zamanın kıyaslanması suretiyle elde edilebilmektedir. Bu kıyaslamadan çıkan fark, akışkana (28) ilişkin otonom modülün (30) hızını temsil etmektedir. Özellikle otonom modülün tamamen durması durumunda zaman farkı doğrudan akışkan hızını temsil etmektedir.

Boru hattının iç geometrisi üzerinde elde edilen bilgiler avantajlı olması açısından örneğin otonom modülün (30) kademesi (36) içinde kaydedilmekte ve zaman damgalamasına tabi tutulmaktadır. Daha sonra bu bilgiler, boru hattı (4) boyunca eğrili apsis üzerinde bulunabilmektedir. Boru hattının iç geometrisinin yeniden oluşturulmasına ilişkin bu olasılık bu boru hattının yönetimi için aşırı derecede faydalı olabilmektedir.

Şekiller 19 ve 20’de gösterilen avantajlı bir düzenlemede otonom modül (30) (veya 1), çevresi üzerinde, boru hattının (4) iç duvarına dokunması için yeterince uzun olan ancak otonom modülün boru hattı içinde ilerlemesi, daha sonra geri dönüşüne önemli ölçüde karşı gelmemesi için yeterince esnek olan bir ya da daha fazla bükülmüş esnek pimi (70) taşıyan bir elemana entegre olabilmektedir. Boru hattının duvarıyla gerçekleştirilen temas pimlerin (70) esnemesini gerektirmektedir ve dolayısıyla otonom modül ve boru hattının duvarı arasındaki mesafe farkı pimlerin esnemesini değiştirmektedir.

Boru hattı (4) içinde ilerlemesi sırasında bu pimler (70) boru hattının iç duvarıyla temas halindedir ve örneğin boru hattının iç duvarının pürüzlülüğü nedeniyle bir varyasyon veya boru hattının kesit değişikliğine yanıt olarak ilgili ve/veya ilişkin esnemelerinin ölçülmesi, boru hattının iç profilinin oluşturulmasına olanak sağlayabilmektedir.

Şekil 21, boru hattının (4) bir birleşme (71) geçidinde otonom modülün (30) (veya 1) esnek pimlerinin ( $70_1$  ve  $70_2$ ) esneme varyasyonunun bir örneğini göstermektedir. Şekil 21’deki kavisle gösterildiği üzere, iki pimin esnemesi (F) daha sonra başlangıç değerine geri dönmesi için birleşme seviyesinde şiddetli bir şekilde azalmaktadır.

Aynı şekilde şekil 22, boru hattının (4), açılı değişikliği ile, bir ayrılmaya (72) geçidinde otonom modülün (30) (veya 1) esnek pimlerinin ( $70_1$  ve  $70_2$ ) esneme varyasyonunun bir örneğini göstermektedir. Şekil 22’de gösterildiği üzere sırasıyla esnek pimlere ( $70_1$  ve  $70_2$ ) karşı gelen esnemelerin (F1 ve F2) her birisi, muhtemelen farklı olan sürelerde, ayrılmaya geçidinde (72) bir azalmaya, daha sonra bu ayrılmadan ötesinde bir artışa tabi tutulmaktadır.

Kullanılan esnek pimler örneğin fiberglastan oluşturulabilmektedir. İsteğe bağlı olarak buraya bir ışık yayılabilmektedir ve bunun geri dönüş yoğunluğu yayılan yoğunluğa göre ölçülebilmektedir. Yoğunluk zayıflaması tekim fiberin kavsinin bir fonksiyonudur.

5

Varyant olarak veya tamamlayıcı olarak esnek pimler örneğin, düşük oran biçim değiştiren bir plastik malzeme veya çelik gibi elastik bir malzemedan yapılan ince bir levhadan oluşabilmektedir, bunun her iki yanında, Bragg ağları teknolojisine dayanan optik sensörler veya biçim değiştirme ayarları gibi biçim değiştirmeye karşı duyarlı elemanlar başka herhangi bir uygun düz ve yalın bağlantı tekniği aracılığıyla yapılmakta, serigrafilenmekte, kaynaklanmakta veya birleştirilmektedir.

10

Bu tür bir düzenlemede bir pimin esnemesi, esnemeye kesin surette orantısız olarak pimin biçim değiştirmesini (yüz üzerinde çekme, karşı yüz üzerinde sıkıştırma) eşit ve zıt bir şekilde tetikleyecektir.

15

Otonom modülün yer değiştirmesi mümkündür. Örneğin otonom modülün (30) dümen (32) ve balastlama (34) kademeleri bu işlevi sağlayabilmektedir.

20

Bir ya da daha fazla dümen (veya kanat) (40) bir gemide olduğu gibi otonom modülün (30) sol-sağ biçimde yer değiştirmesine olanak sağlayabilmektedir. Bu, otonom modülün (30) ilk olarak boru hattının (4) ekseninde (yapı 12a, aksın bu şekilde soldan sağa doğru yer değiştirmektedir) yer değiştirdiği, daha sonra dümenlerin (40) otonom modülün (30) (yapı 12b) boylamsal eksenine göre dönmesini takiben boru hattının (4) bir duvarına doğru yer değiştirdiği, üstten bir görünüm olan şekil 12'de gösterilmektedir.

25

Balastlama örneğin bir mikro motorlu, pota pistonu veya mikro vidalı türde bir cihaz tarafından kapatılan ve sıkıştırılan hücrelerde sahip olan elastik köpük hacmi veya sızdıranaz kese içinde bulunan bir hava hacminin sıkıştırılmasıyla genişletilmesi yoluyla gerçekleştirilebilmektedir. Sıkıştırılan hava hacmi, eş değer su hacmi ile değiştirilmektedir, otonom modülün yoğunluğu artmaktadır ve boru hattı içinde azalmaktadır. Kesenin genişletilmesi ise aksine otonom modülün yükselmesine olanak sağlamaktadır.

30

Şekil 13, bu mekanizmanın iç ardışık anda göstermektedir. Anda (13a) otonom modül (30) boru hattının (4) ekseninde bulunmakta. Bunun boşaltma kademesi (34), sıkıştırılmış

35

hava (53) kesesi belirli bir miktar hava barındıracak şekildedir.

5 Anda (13b) su, su girişleri (51) aracılığıyla boşaltma kademesine (34) girmekteyken, kese (53) içinde bulunan hava ise piston (52) tarafından sıkıştırılmaktadır. Bu, boru hattı(4) içinde otonom modülün (30) alçalmasını tetiklemektedir.

10 Anda (13c) kese (53) içinde bulunan hava genişletilmektedir ve boşaltma kademesini (34) dolduran sudan tahliye edilmektedir. Bu, otonom modülün (30) boru hattı(4) içinde yükselişini tetiklemektedir.

15 Otonom modülün yer değiştirmesine yönelik bu elemanlar veya benzerleri örneğin boru hattı (4) içinde otonom modülün (30) yeniden merkezlenmesinin gerçekleştirilmesi için kullanılabilir. Bu yeniden merkezleme özellikle yukarıda açıklandığı üzere otonom modül tarafından gerçekleştirilen konum ölçümlerini takiben bir merkez kaydedilmesini takiben gerçekleştirilebilmektedir.

20 Yeniden merkezlenme avantajı olması açısından, konum ölçümlerinin alınması, kullanılması, bir eşikle karşılaştırmaları ve yer değiştirme bileşenleri üzerindeki etkisini entegre eden bir yazılım kullanan otonom modül içinde yerleşik bir yönetim sistemi tarafından yönetilebilmektedir.

25 Otonom modülün yer değiştirmesine yönelik bileşenler, otonom modülün bloke edilmesi gibi bazı durumları hesaba katılması için kullanılabilir. Örnek olarak otonom modül, örneğin merkezde kalmadan ziyade boru hattının bir duvarına yaklaşıp bir engelin yanından geçmesi için yer değiştirebilmektedir. Burada bir yazılım bu tür durumları yönetilmesine olanak sağlayabilmektedir.

30 İsteğe bağlı olarak bir konum değişikliği derecesi, örneğin boru hattının dışarıdan veya boru hattı içinde bulunan bir sinyal kaynağından ve bir erişim noktasında yakınlarda uygun bir sinyalin yayılması suretiyle otonom modülün dışarıdan gelebilmektedir. Bu durumda otonom modül aşağıda açıklanacağı üzere bu sinyali alabilmeli ve çevirebilmelidir.

35 Otonom modül avantajı olması açısından içerisinde yer değiştirdiği boru hattına ilişkin bilgilerin elde edilmesi için kullanılabilir. Bu boru hattı bir boru hattı ağının parçası oluşturduğu zaman ve otonom modül, bu hat içinde boru hattından boru hattına yer

değiştirdiği zaman, elde edilen bilgiler ağın tamamından veya bir kısmından yapılabilmektedir.

5 Bu amaçla otonom modül (30) örneğin kademesinde (39), yükselme ve alçalmanın yanısıra, dön değiştirmeler açısından, yolunu tahmin edebilen bir atalet merkezi içerebilmektedir.

Avantajlı olması açısından zaman damgalamasına tabi tutulan bu ölçümler örneğin kademesinde (36) otonom modül (30) tarafından belleğe alınabilmektedir. Son olarak otonom modülün (30) kavisli konumu ile uyumlulaştırılmasından sonra bunlar, içersinde 10 otonom modülün yer değiştirdiği boru hattı veya hatlarındaki düzlemsel ve/veya yükseklik profiline oluşturulması için kullanılabilmektedir.

15 Daha fazla hassasiyetin sağlanması için atalet merkezi tarafından gerçekleştirilen ölçümler, otonom modülün (30) dümenleri ve balastları üzerindeki eylemlerin etkisini düzeltebilmektedir.

Yapısal bir durumun karakterizasyonu göz önünde bulundurulmuş titreşimler yanısıra analizinden elde edilebilmektedir. Bu yanısıra yapıdaki sertliğini ve/veya diğer bitişik yapılarla bağlantı kalitesini temsil etmektedir ve tamamlanmış analiz yoluyla, olası hasarlar veya 20 kesintilerin saptanması ve ölçülmesine olanak sağlayabilmektedir.

Bir boru hattındaki durumda, boru hattı tekdüze bir şekilde taşınması ve belirli bir gerilim altında olması yerine direncine katkıda bulunan tek bir kesit veya bölgelere sahip olduğunda bile boru hattındaki etrafında çevre alan ile kötü uyumdan dolayı hasarlar meydana 25 gelebilmektedir. Bu bölgeler, çevre alanı tamamlanmış bir direnç kütlesi sağladığı bölgelerinkinden farklı titreşimsel yapıya sahiptir. Bu şekilde "içi boş ses çıkarıcı" bölgelerin ortaya çıkmasıyla bir duvarın arkasındaki boşluklar saptanabilmektedir.

Otonom modül (30) avantajlı olması açısından boru hattındaki duvarın titreşimsel yanısıra 30 analiz edilmesi yoluyla bu tür kesintili bölgelerin saptanmasında uygun bir araç barındırabilmektedir.

Örneğin bir darbe dalgası hesaplama fragmentasyonları için kullanılan türde bir cihaz tarafından boru hattındaki duvar yönünde otonom modülden yayılabilmektedir. Piezo elektrik 35 seramik türde geri dönüş titreşimine karşı duyarlı bir eleman ayrıca bu özellikleri

kaydedebilmektedir. Bu iletme-alma, kat edilen mesafe zaman açısından periyodik olarak veya otonom modülün talebi üzerine gerçekleştirilebilmektedir.

5 Otonom modül (30) aynı zamanda örneğın kademesinde (39) boru hattıinde statik basınç ölçüm araçlarıerebilmektedir. Toplam basınç ölçümü bir Pitot tüpünün çalışma modeli üzerinden, akışkana ilişkin otonom modülün hızıveya bunun mutlak basınını tahmin edilmesine olanak sağlayabilmektedir.

10 Akışkan hızıölçümlerine ve boru hattıindeki konum ölçümlerine bağlıolan bu bilgi, boru hattıboyunca (boru hattını yükseliğince) profilin hesaplanma yoluyla oluşturulmasına olanak sağlayabilmektedir.

15 Bu özellikle, boru hattını yaşam süresini önemli ölçüde etkileyen yapısal problemler olan boru hattını yğınmasıveya boru hattını kötü yerleştirilmesine ilişkin kötü profillerin saptanmasına olanak sağlayabilmektedir.

Otonom modül (30) örneğın kademesinde (39), contalar veya vanalar gibi örneğın çelikten yapılan manyetik elemanların varlığınısaptanabilen bir ya da daha fazla manyetometre içerebilmektedir.

20 Zaman damgalanmasına tabi tutulan ve belleğe alınan bu ölçümler daha sonra eğimli apsiste boru hattını veya boru hattı ağıını bu özelliklerinin konumlandırılmasına olanak sağlayabilmektedir.

25 Dolayısıyla avantajlıblasıından otonom modül içinde yerleşik olan ölçüm araçlarıle, tüm verilerin zamansal, daha sonra doğrusal olarak yeniden ayarlanmasını kullanılmasıyla, içinde otonom modülün yer değıştirdiğı boru hattıveya hatlarıin aşağıdakilerin bilinmesi mümkündür:

30 - sonarların sayısına bağlıolan bir hassasiyetle, boru hattıveya hatlarını geometrik özellikleri (ap, ovalleşme, cüruf bağlama, kireçlenme); ve/veya

- iç pürüzlülük özellikleri ve özellikle boru hattıelemanlarının birbirine geçmesi; ve/veya

35 - boru hattıveya hatlarını düzlemsel ve yükseklik açısından taslağıve/veya

- boru hattı veya hatlar içinde manyetik eleman varlığı; ve/veya

- boru hattı veya hatlar içinde çeşitli noktalarda basınç; ve/veya

5

- boru hattı veya hatlar içinde çeşitli noktalarda akış hızı (otonom modülün hızı ve basınç ölçümünün birleşimi ve kesit bilgisi ile).

Diğer bilgilerin elde edilmesi de öngörülebilmektedir.

10

Yukarıda da belirtildiği üzere otonom modül (30), örneğin kademesinin (37) içinde, örneğin sesli sinyaller için iletim ve/veya alma araçları içerebilmektedir.

Avantajlı olması açısından otonom modül (30), bir erişim noktasından gelen sinyallerin iletilmesi ve alınmasıyla yönelik araçları yerleşik olarak taşımaktadır. Bu sinyaller sesli, elektromanyetik (örneğin radyo) veya benzeri sinyaller olabilmektedir.

15

Örneğin erişim noktası (8) akışkan (28) içinde bir sesli sinyal iletilmektedir. İletilen ses, otonom modül tarafından alındığı zaman tek anlamlı olacak ve ağ yönetimi (akış su çekici, vs.) veya bir sinyalden sonuçlanan başka herhangi bir ses ile kıyaslanamayacak şekilde, kendisiyle bağlantılı olan komuta özgü bir frekans içeriğine sahiptir.

20

Komutlar örneğin aşağıdakilere ilişkin olabilmektedir:

- yön veya yükselti açısından bir değişiklik; ve/veya

- otonom modülden spesifik sesin iletilmesine yönelik bir talep; ve/veya

- otonom modülden iletim gücünde bir artış; ve/veya

30

- kayıtkoşullarında bir değişiklik.

Elbette diğer bilgiler de öngörülebilmektedir. Dolayısıyla otonom modül sırasında çalışma biçimini değiştirebilen herhangi bir bilgi öngörülebilmektedir.

35

Bir komutun alınması takiben otonom modül isteğe bağlı olarak aldığı bildirmeye yönelik bir ses sinyalini geri gönderebilmektedir. İletilen komutun doğru bir şekilde alındığından ve dolayısıyla çalıştığından emin olunabilmektedir.

- 5 Otonom modül tarafından bir röper ileticiden sesin alınması aynı zamanda ilerlemesinin sınırlanması olarak sağlayabilmektedir.

Diğer ileticiler boru hattında veya üzerinde ara ara kurulabilmektedir.

- 10 Sesli sinyal alma araçları bir sızıntı saptanması veya boru hattına ilişkin diğer bilgilerin elde edilmesi için kullanılan veri elde etme araçları ile aynı olabilir. Küçük bir mikro örneğin bu iki fonksiyonu yerine getirebilmektedir. Varyant olarak bu araçlar uzak olabilir.

- 15 Avantajlı olması açısından otonom modül (30) sinyal iletim araçları yerleşik olarak taşınmaktadır. Aynı için olduğu gibi, iletilen sinyaller sesli, elektromanyetik (örneğin radyo) veya benzeri sinyaller olabilir.

- Örnek olarak sinyaller karakteristik sesler olabilir. İletim araçları örneğin, iletilen sesler bir alma sistemi tarafından anlam belirsizliği olmadan yorumlanabilecek şekilde düzenlenmektedir.

- Bir çalışma biçimine göre alma sistemi veya sistemleri, örneğin boru hattı boyunca veya bir erişim noktasının yakınında olmak üzere boru hattının içerisine yerleştirilmektedir. Bunlar akışkanın akustik kanal aracılığıyla otonom modül tarafından iletilen düzenli bir bip almaktadır.

- Otonom modül boru içinde ilerlediği zaman ses, bu modülün boru hattına girdiği erişim noktasının yakınında bulan bir alıcı tarafından artan zaman aralıklarıyla birlikte alınmaktadır. Bu zaman aralıkları otonom modülün uzaklaşmasıyla sonuçlanmaktadır ve otonom modülün aldığı olan mesafesinin (Doppler etkisi) ölçülmesine olanak sağlamaktadır. Bu akışkan içinde aktarılan hız farkından kaynaklanabilmektedir.

Bu zaman aralıkları sabit kalması sebebi otonom modülün bloke edilmiş olmasıdır.

Bu zaman aralıklarının azalması durumunda bu, otonom modül ve alıcılarda akışkanlık ortalama hızında bir azalmaya karşılık gelmektedir. Bu durum sadece, bilinen ve doğrudan yorumlanabilen bir operatörün gönüllü eylemi (debi azalması) ile ortaya çıkabilmektedir.

- 5 Bu analiz (zaman aralıkları doğrulaması) kablonun sarılması/taçlanması ölçülmesi ile elde edilene göre tamamlayıcı veya alternatif olabilen, otonom modülün iyi bir şekilde ilerlemesi/geri dönmesine ilişkin bir bilgi oluşturabilmektedir.

10 Otonom modül tarafından yayılan örneğin ses sinyali avantajlı olması açısından durumlardan birisinin karakteristiğidir. Çalışma, yukarıda bahsedilen komutun gönderilmesine benzerdir. Bu ses isteğe bağlı olarak, örneğin frekansiyel içeriği ile bir ilerleme bilemesi ile karşılaşmayacak şekildedir.

Dolayısıyla otonom modül tarafından iletilen ses aşağıdakiler ile karakterize edilebilmektedir:

15

- bir ayar değerinin iyi bir şekilde alınması ve/veya
- bu ayar değerinin tamamlanması imkansızlığı ve/veya

20

- basit bir durum; ve/veya
- batarya kapasitesi üzerinde bir uyarı ve/veya
- bellek kapasitesi üzerinde bir uyarı ve/veya

25

- bir sıklık (örneğin bir oto teşhis algoritması) ve/veya
- kablo üzerinde çekiş kuvvetine ilişkin bir değer veya derece.

30 Diğer durumlar, bir karakteristik sesin iletilmesini sağlayabilmektedir.

Yukarıda halihazırda bahsedilmiş olan bir başka çalışma biçimine göre otonom modül tarafından iletilen örneğin ses sinyalleri boru hattının dışarıdan algılanabilmektedir. Bu, boru hattının dışarıya yerleştirilebilen bir mikro gibi uygun araçlar yardımıyla gerçekleştirilebilmektedir. Zayıflama hesaba katıldığında zaman ses, sadece mikronun yakınına

35

yaklaşması veya uzaklaşması ile algılanmaktadır. Bu durumda mikro bir ilerleme röperi oluşturmaktadır.

5 Ses bir mobil mikro veya başka bir alma sistemine sahip olan bir operatör tarafından boru hattının dışarısında izlenebilmektedir. Gömülü bir boru hattında, iletim boru hattının farklı arayüzleri ve zemin içinden geçmesi için yeterince güçlü ise otonom modülün yer değiştirmesi izlenebilmektedir.

10 Bu çalışma biçiminde yayılan örneğin sesli sinyal basit bir bipten oluşabilmektedir ve/veya otonom modülün aktarmasındaki arzu edildiği bir bilginin karakteristiği olabilmektedir.

15 Otonom modülün (1) (veya 30) boru hattında (4) içerisinde ilerlemesini tamamlamasından sonra, örneğin mekanik bağlantı (2) bobinden (5) tamamen kesilmesi nedeniyle, avantajlı olması açısından otonom modülün (1) (veya 30) boru hattından (4) çıkarılmaktadır.

20 Bu geri kazanma, otonom modül (1) (veya 30) erişim noktasında (8) aracılığıyla boru hattından (4) dışarı çıkana kadar mekanik bağlantı (2) üzerine çekiş kuvvetinin uygulanması suretiyle, örneğin bobin (5) üzerine geri sarılması suretiyle gerçekleştirilebilmektedir. Yukarıda bahsedilen cihaz (7), mekanik bağlantı (2) üzerinde gerekli çekiş kuvvetinin uygulanmasına katkıda bulunabilmektedir. Geri dönüş sırasında mekanik bağlantı (2), ister mekanik bağlantı (2) boru hattında (4) üzerine sürtünmesinden ister akışkan (28) mekanik bağlantı (2) üzerine sürtünmesinden kaynaklı olsun sürtünmelerden kaynaklanan kuvvetlerin tümünün bu hareket karşılanması nedeniyle her daim gergindir.

25 Bu geri kazanma sayesinde otonom modül (1) (veya 30) sonradan tekrar kullanılabilir. Üstelik bu otonom modülün (1) (veya 30) boru hattında (4) içerisinde kalmaması nedeniyle, boru hattının tıkanma riski veya içinde bulunan akışkan (28) kirlenme riski yoktur.

30 Boru hattında (4) içerisinde otonom modülün (1) (veya 30) dolaşması sırasında, mekanik bağlantı (2) üzerinde çekiş etkisi ile akışkan akışkan (28) ters yönünde veriler için bir elde etme ve bir belleğe alma yukarıda açıklananlar ile aynı prensipler doğrultusunda gerçekleştirilebilmektedir. Otonom modülün (1) (veya 30) boru hattında (4) içerisinde dolaştığı iki yön doğrultusunda bir çift elde etme düzenlenebilmektedir.

35 Elbette otonom modülün (1) (veya 30) boru hattında (4) içerisinde dolaştığı iki yönden sadece

birisi içinde basit bir elde etme uygulanabilmektedir.

Çekilerek boru hattından çıkarılan mekanik bağlantının uzunluğu yukarıda açıklanan ölçüm araçları(6) ile ayırtılabilen veya farklılabilen uygun araçlar yardımıyla ölçülebilmektedir.

5

Otonom modülün (1) (veya 30) boru hattından (4) dışarı çıkmasından sonra elde edilen ve belleğe alınan verilerin analizi gerçekleştirilebilmektedir. Bu analiz, giriş kısmında açıklanan Sahara çözümü tarafından tasarlanan gerçek zamanlı analizin aksine verilerin elde edilmesinden sonra gerçekleştirilmektedir.

10

Bu verilerin analizi geleneksel teknikler doğrultusunda gerçekleştirilebilmektedir.

Elde edilen ve belleğe alınan veriler akustik veriler olduğu zaman bu arda analiz, örneğin özel bir frekansa karşılık gelen sesler gibi bu verilerin içinde bir akışkan sisteminin karakteristik seslerinin saptanmasından oluşabilmektedir.

15

Elde edilen ve belleğe alınan veriler görsel veriler içerdiği zaman, algılanan ışık analizi örneğin gerçekleştirilebilmektedir.

20

Elbette diğer türde analizler, otonom modül (1) (veya 30) tarafından gerçekleştirilen veri elde etme biçimine göre öngörülebilmektedir.

Bir dışı saat ile senkronize olan otonom modülün (1) iç saati (13) yukarıda açıkladığı üzere kullanıldığında zaman, (örneğin yukarıda açıkladığı üzere aynı zaman referansıyla, boru hattının (4) içerisine giren mekanik bağlantının (2) uzunluğunun ölçülmesiyle elde edilmiş olan) otonom modülün (1) coğrafik konumu ve elde edilen ve belleğe alınan veriler yardımıyla saptanan farklılaylara uyumlulaştırılabilmektedir.

25

Devamında, bir akışkan sisteminin saptandığı boru hattının (4) bölümünün kazanılması gerekli olması durumunda bir onarım ve/veya bir operatör tarafından gerçekleştirilen tamamlayıcı bir analiz açısından gerçekleştirilebilmektedir.

30

Diğer eylemler de göz önünde bulundurulmuş olan boru hattına ilişkin olarak toplanan bilgiler türü doğrultusunda öngörülebilmektedir.

35

Boru hattı(4) içerisinde otonom modülün (1) (veya 30) dolaşımını iyileştirilmesi için isteğe bağlı çeşitli ölçümler aşağıda açıklanacaktır

5 Akışkan akışını(28) taşıyan boru hattını (4) içerisinde bulunduğu zaman, otonom modülün (1) (veya 30) olası durumları mevcuttur.

Normal zamanda otonom modül (1) (veya 30) akışkan akışı(28) tarafından ittirilen boru hattını (4) içerisinde ilerlemektedir. Bu durumda mutlak hız akışkanına eşit veya daha düşüktür. Başka bir deyişle akışkana göre hız düşüktür.

10

Otonom modülün (1) (veya 30) yer değiştirmedeği, başka bir ifadeyle mutlak hızın sıfıra yakın olduğu anlaşılabilir. Bu davranış normal değildir ve otonom modülün (1) (veya 30) bloke edildiğini belirtmektedir.

15 Bu blokaj, boru hattını (4) içerisinde bulunan bir engelden veya yoğunluğu akışkan (28) tarafından ittirilmesiyle ortaya çıkan kuvveti aşan mekanik bağlantı(2) sürtünmelerinden kaynaklanabilmektedir. Bu durumda otonom modülün (1) (veya 30) akış (28) göre hızı negatiftir.

20 Otonom modül (1) (veya 30), ya şiddetli bir şekilde ya da otonom modülün (1) (veya 30) mutlak hızın aşamalı olarak azaldığı geçiş fazından sonra artmış yer değiştirmedeği durumda akışkan akışı(28) tarafından ittirilerek ilerlediği duruma geçebilmektedir.

25 Bir üçüncü durum, otonom modül (1) (veya 30) boru hattını (4) dışarıdan mekanik bağlantı(2) çekilmesiyle tahrik edilen, akışkan akışını(28) ittirilmesine ters yönde olduğu zaman ortaya çıkmaktadır. Bu durumda otonom modülün (1) (veya 30) mutlak hızı akışkan akışını(28) ittirme kuvvetinin üstesinden gelmesi gerektiği için nispeten büyüktür.

30 Akışkan akışına (28) ilişkin hız düşünülürken otonom modülün (1) (veya 30) (negatif) hızı otonom modülün (1) (veya 30) bloke edildiği durumdan daha büyüktür.

Birinci yaklaşıma göre, otonom modül (1) (veya 30) üzerine uygulanan kuvvetin şekil katsayısından, ön alanından (başka bir ifadeyle enine yüzeyinden) ve akışkan akışına (28) göre hızın karesinden bağımsız olabileceği göz önünde bulundurulabilmektedir.

35

Böylece otonom modülün (1) (veya 30) şekil katsayısı ve ön alanı değişmemesi durumunda otonom modül (1) (veya 30) üzerine uygulanan kuvvet akışkan akışına (28) göre hız doğrultusunda değişmektedir. Bu kuvvet, otonom modül (1) (veya 30) akışkan akışı (28) yönünde ilerlediği zaman düşüktür. Otonom modül (1) (veya 30) bloke edilirse ve ayrıca otonom modül (1) (veya 30) akışkan akışına (28) ters yönde olursa bu hız artmaktadır

Örnekleri aşağıda verilecek olan ölçümler ele alındığında avantajlı olması açısından otonom modül (1) (veya 30) üzerine uygulanan kuvvet normal ilerleyişi sırasında, ayrıca akışkan akışına (28) ters yönde ilerlediği zaman düşük olacak ve durduğunda ise daha büyük olarak şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Bu şekilde otonom modül (1) (veya 30) hem normal hızda hem de akışkan akışına (28) ters yönde çekildiği zaman kolayca ilerleyebilmektedir. Ayrıca otonom modül (1) (veya 30) üzerine uygulanan kuvvetin büyüklüğü, modül bloke edildiği zaman, deblokajına olanak sağlayabilmektedir.

15 Başka bir ifadeyle otonom modül (1) (veya 30) bu yapılandırma biçiminde, hızı sıfıra yakın olduğu zaman akışkan akışına (28) maksimal direnç sağlayacak şekilde düzenlenmektedir.

Şekil 3'teki grafik, ordinatın Newton cinsinden ifade edilen, otonom modül (1) (veya 30) üzerinde akışkan akışının (28) pasif direncine karşı geldiği ve apsisin ise saniye başına metre cinsinden ifade edilen, otonom modülün (1) (veya 30) mutlak hızına karşı geldiği bir röper içinde işaretlenen eğriler yardımıyla bu durumu göstermektedir.

Pozitif hız değerleri, akışkan akışı (28) yönünde, boru hattının (4) içerisinde otonom modülün (1) (veya 30) ilerlemesine karşı gelmekteyken, bu hızın negatif değerleri ise ters yönde bir ilerlemeye karşı gelmektedir.

Şekil 3'teki eğriler, otonom modül (1) (veya 30) üzerinde akışkan akışının (28) pasif direncinin (R) aşağıdaki ifadesinin kullanılmasıyla elde edilmiştir.

$$R = 1/2.Cx.d.S.V^2,$$

burada Cx, otonom modülün (1) (veya 30) sürüklenme katsayısını belirtmektedir; d, akışkan akışının (28) yoğunluğunu belirtmektedir; S, otonom modülün (1) (veya 30) ön alanını belirtmektedir ve V ise akışkan akışına (28) göre otonom modüle (1) (veya 30) ilişkin hızı belirtmektedir.

Şekil 3'teki eğrilerin izlenmesi için yukarıdaki formülde bahsedilen farklı parametrelerin tipik özellikleri kullanılmaktadır.

5 Şekil 3'te kullanılan  $h_{zn}$  (Va), yukarıdaki formülde bahsedilen akışkan akışma (28) göre göreceli  $h_{za}$  (V) zı olarak otonom modülün (1) (veya 30) mutlak  $h_{zn}$  olduğuna dikkat edilmelidir. Bununla birlikte, akışkan akışma (28) büyük ölçüde sabit bir  $h_{za}$  sahip olduğu zaman, otonom modülün (1) (veya 30) mutlak (Va) ve göreceli (V)  $h_{za}$  olarak olan akışkan akışma (28) bu  $h_{zn}$  karşılık gelmektedir.

10

Eğri (17), herhangi bir özel ölçümün yokluğunda, akışkan akışma (28) ile otonom modülün (1) (veya 30) ilerlemesine zı direnci göstermektedir. Bu direnç, otonom modül (1) (veya 30) akışkan akışma (28) yönüne ters yönde  $h_{zn}$  ilerlediği zaman artmaktadır. Aksine bu direnç, otonom modülün (1) (veya 30) mutlak  $h_{zn}$  akışkan akışma  $h_{zn}$  (Vf) ulaştığı zaman iptal edilene kadar, otonom modülün (1) (veya 30)  $h_{zn}$  akışkan akışma (28) yönünde arttığı zaman daha düşüktür.

15

Eğri (18), yukarıda bahsedilen avantajlı yapılandırma biçimine göre düzenlenen bir otonom modüle karşılık gelmektedir.

20

Bu eğri (18), bu  $h_{zn}$  akışkan akışma kine (Vf) (eğrinin (18) "+" kısmı) ulaştığı zaman iptal edilene kadar, otonom modülün (1) (veya 30) mutlak  $h_{zn}$  arttığı sürece artan bir direnci (R) göstermektedir. Bu, otonom modül (1) (veya 30) boru hattında (4) içerisinde normal seyirde ilerlediği zaman nispeten düşük bir direnç olarak ortaya çıkmaktadır.

25

Eğrinin diğer kenarında (eğrinin (18) "-" kısmı) otonom modülün (1) (veya 30) mutlak  $h_{zn}$  negatif değerleri için nispeten düşük bir direnç belirlenmektedir.

30

Otonom modülün (1) (veya 30) mutlak  $h_{zn}$  sıfıra yakın olduğu zaman (eğrinin (18) "0" ara kısmı) direnç (R) daha yüksektir. (Va) sıfıra eşit olduğu zaman, başka bir ifadeyle otonom modül (1) (veya 30) hareketsiz olduğu zaman maksimuma ulaşmaktadır.

35

Eğriler (17 ve 18) sadece örnek amaçlı olarak verilmiştir. Özellikle bunların kesintisiz niteliği sınırlanmıştır. Değildir,  $h_{za}$  (Va) göre direncin (R) ayrı değerleri öngörülebilmektedir. Üstelik röper üzerinde taşınan değerler, bazı hipotezler ve sistemin özelliklerine göre

değişebilmektedir ve hiçbir şekilde kısımlayıcı nitelikte değildir.

Bir otonom modül (1) (veya 30) için, eğriden (17) ziyade eğri (18) ile sembolize edilen davranışın elde edilmesine yönelik çok sayıda yol mevcuttur.

5

Bir birinci araca göre otonom modül (1) (veya 30) hızla yaklaştığında zaman maksimal akışkan akışkan (28) karşısında bir enine yüzeye (ön alana) sahip olması için düzenlenmektedir.

10 Bu, boru hattının (4) bir boylamsal eksenine göre otonom modülün (1) (veya 30) yer değiştirmesi tarafından gerçekleştirilebilmektedir. Alternatif olarak veya tamamlayıcı olarak bu davranış otonom modülün (1) (veya 30) şeklinde bir modifikasyon ile elde edilebilmektedir.

15 Şekiller 4a ila 4e, şekil 3'teki eğriye (18) karşı gelen bir davranışın elde edilmesine olanak sağlayan otonom modülün (1) (veya 30) bir yapı örneğini göstermektedir. Farklı şekiller, otonom modülün (1) (veya 30) hızını değiştirdiği durumlara karşı gelmektedir.

20 Bu yapı şekil 4a'da gösterilen konumda otonom modülü (1) (veya 30) tahrik etme işlevine sahip olan bir geri çekme yayı (16) ve sert bir etriye (15) aracılığıyla otonom modülün (1) (veya 30) mekanik bağlantıya (2) bağlanmasından oluşmaktadır. Geri çekme yayı tarafından oluşturulan kuvvetin üstesinden yeterli bir zıkkuvvet ile gelinebilmektedir.

25 Şekil 4a'da, otonom modülün (1), akışkan akışkanına (28) eşit veya daha düşük bir hızla (V1), boru hattının (4) içerisinde normal seyrinde ilerlediği varsayılmalıdır. Bu durumda akışkan akışkan (28) dönük olan enine yüzey (S1) otonom modülün (1) yüksekliğine eşittir. Bu yüzey minimaldir.

30 Şekil 4b'de otonom modül (1), örneğin mekanik bağlantı (2) ve boru hattı (4) içerisinde üretilen sürtünmeleri takiben hız kaybetmektedir. Otonom modülün (1) hızı (V2), önceki aşamada sahip olduğu hızı (V1) altındadır.

Otonom modülün (1) mutlak hızındaki bu azalma, şekil 3'teki eğride (18) görülebildiği üzere otonom modül (1) üzerinde akışkan akışkan (28) direncinin artmasıyla etiketlenmektedir. Bu direncin artması yayı (16) kuvvetinin üstesinden gelebilmektedir ve bu otonom modülün (1) kaldırılmasını etiketlenmektedir. Bu kaldırma öte yandan bu amaçla bir kanadın kullanılması

suretiyle kolaylaştırılmaktadır.

5 Otonom modülün (1) kaldırılması, otonom modülün (1) ön alanı ve şekil katsayısında bir artış tahrik etmektedir. Akışkan akışına (28) dönük otonom modülün (1) enine yüzeyi (S2), (S1)'den büyüktür.

10 Bu, bu otonom modül (1) üzerinde akışkan akış (28) tarafından uygulanan itiş kuvvetinde bir artış tetiklemektedir. Sonuç olarak, eğer mümkünde otonom modülün (1) mutlak hızında bir artış elde edilmektedir.

15 Dolayısıyla mekanik bağlantı (2) boru hattı (4) ile olası sürtünmesinin üstesinden gelinebilmektedir ve akışkan akış (28) yönünde boru hattı (4) içerisinde otonom modülün (1) (veya 30) ilerlemesi devam edebilmektedir.

20 Şekil 4c, boru hattı (4) içerisinde otonom modülün (1) bloke edildiği bir duruma karşılık gelmektedir. Bu durumda otonom modülün (1) hızı (V3) sıfıra yakındır.

25 Bu durumda otonom modül (1), akışkan akış (28) tarafından uygulanan itiş etkisi altında dikey olarak konumlandırılmaktadır. Akışkan akışına (28) dönük maksimal enine yüzeye (S3) sahiptir.

Bu, şekil 3'teki eğriden (18) (kısmi "0") hareketle açılanana uygun olarak akışkan akış (28) maksimal direncine karşılık gelmektedir.

30 Bu durum, şekil 4d'den hareketle aşağıda açıklanacağı üzere diğer yöne geçebilen veya ilerlemesine yeniden devam edebilen otonom modül (1) üzerinde maksimal itiş tetiklemektedir.

Şekil 4d, otonom modülü (1) boru hattından (4) dışarı çıkarması amacıyla mekanik bağlantı (2) üzerine bir çekişin uygulandığı bir duruma karşılık gelmektedir.

Bu durumda otonom modülün (1) mutlak hızı (V4) sıfıra yakın değildir. Otonom modül (1) sola geçerek, en düşük akışkan akış (28) karşısında bir en kesit (S2) sunmaktadır. Sonuç olarak akışkan akış (28) otonom modül (1) üzerindeki direnci azalmaktadır.

35

Otonom modülün (1) geri dönüşü sırasında modül şekil 4e'de gösterildiği üzere konumlandırılmaktadır. Bu durumda akışkan akışına (28) dönük olan en kesit (S1) yeniden minimal olmaktadır ve karşı direnç düşüktür.

- 5 Akışkan akışının (28) ters yönünde, boru hattının (4) içerisinde otonom modülün (1) dolaşımını kolaylaştırmaktadır

Şekiller 5a-5e, şekil 3'teki eğriye (18) karşı gelen bir davranışın elde edilmesine olanak sağlayan otonom modülün (1) bir başka düzenleme türünü göstermektedir.

10

Bu yapıda otonom modül (1), ilgili geri çekme yayları (19) aracılığıyla otonom modülün (1) gövdesine sabitlenen belirli bir sayıda elastik pul (20) içermektedir.

- 15 Başka herhangi bir yüzey elemanının, bu tür elastik pulları tamamlayıcı olarak veya bunların yerine kullanılabileceği göz önünde bulundurulmalıdır

Yayları (19) etkisiyle pullar (20), bu otonom modül (1) akışkan akışına (28) yönünde ilerlediği (şekil 5a) zaman otonom modülün (1) gövdesine karşı konumlandırılmaktadır

- 20 Bu pullar (20), otonom modülün (1) hızla azaldığı (şekil 5b) zaman açılmaktadır

Otonom modül (1) sıfıra yakın bir hızla sahip olduğu zaman (şekil 5c) bunlar tamamen açılmaktadır ve akışkan akışına (28) dönük bir maksimal yüzeye sahiptir.

- 25 Otonom modüle (1) ters yönde bir dönüş, yayları (19) geri çekme kuvvetinin üstesinden gelmektedir ve bu pullar otonom modülün (1) gövdesine karşı (şekil 5e) yerleştirilene kadar otonom modülün (1) gövdesi yönünde elastik pullar (şekil 5d) eğbilmektedir.

- 30 Bu düzenleme sayesinde akışkan akışının (28) karşısında otonom modülün (1) sahip olduğu enine yüzey, otonom modülün (1) hızla sıfıra yakın olduğu zaman (şekil 5c) maksimaldir.

Otonom modül (30), şekiller 9a (otonom modülün (30) gövdesine karşı yerleştirilen pullar (43)) ve 9b (açılan pullar (43)) üzerinde gösterilene benzer şekilde çalışan pullar (43) ile donatılmaktadır

35

Örneği şekiller 6a ila 6c'de gösterilen bir başka araca göre otonom modül (1) (veya 30), akışkan dağılıma yönelik hidrolik araçların kullanılmasıyla şekil 3'teki eğriden (18) hareketle açılan davranışa uyarlanabilmektedir.

- 5 Gösterilen örnekte otonom modül (1), otonom modülün (1) gövdesi (23) içinde bulunan, akışkan (28) için geçitlerin (25) yanlarında, otonom modülün (1) bir yuvasında (24) içinde bulunan hareketli bir dağılım elemanı (22) içermektedir.

10 Şekil 6a'da otonom modülün (1) hareketli akışkan akışına (28) yakındır. Bu durumda dağılım elemanı (22), geçitlerin (25) açılarak bir konumdadır.

15 Şekil 6b'de otonom modülün (1) hareketli akışkan akışına (28) yakındır. Şekil 6a'ya göre azalmıştır. Hareketli dağılım elemanı (22), akışkan akışına (28) tarafından uygulanan kuvvetin etkisiyle bir yaya (21) karşıtola doğru ittirilmektedir.

20 Bu yeni konumda hareketli dağılım elemanı (22) geçitlerin (25) tamamı veya bir kısmını kapatmaktadır. Otonom modülün (1) (veya 30) mutlak hızında bir artışa tetikleyen yeni bir artış ortaya çıkmaktadır. Bu isteğe bağlı olarak, ihtiyaca göre otonom modülün (1) (veya 30) debloke edilmesini tetikleyebilmektedir.

25 Şekil 6c'de otonom modül (1) akışkan akışına (28) zıt yönde çekilmektedir ve bu hareketli dağılım elemanı (22) yeniden sola doğru yer değiştirmesini tetiklemektedir. Bu durumda geçitler (25) yeniden açılarak, otonom modül (1) üzerinde akışkan akışına (28) direncinin azalmasını tahrik etmektedir.

Elbette diğer ölçümler, şekil 3'teki eğriye (18) uygun olan bir davranışa veya benzer başka herhangi bir davranışın elde edilmesi için açılanlar tamamlayıcı olarak veya bunların yerine öngörülebilir.

30 Avantajlı olması açısından mekanik bağlantı (2), boru hattı (4) içerisi ile ve/veya akışkan (28) ile sürtünme kuvvetlerinin sınırlandırılması için düzenlenebilir. Bu, otonom modülün (1) (veya 30) çektiği ağırlığın hafifletilmesine olanak sağlamaktadır.

35 Bunun gerçekleştirilmesi için mekanik bağlantı (2), boru hattı (4) içerisinde yer değiştirme hızına yakın olduğu zaman akışkan akışına (28) maksimal direnç sunması için araçlar ile

donatılabilmektedir.

Bu tür araçlar, otonom modül (1) (veya 30) için yukarıda açıklanmış olanlar ile aynı veya benzer olabilmektedir.

5

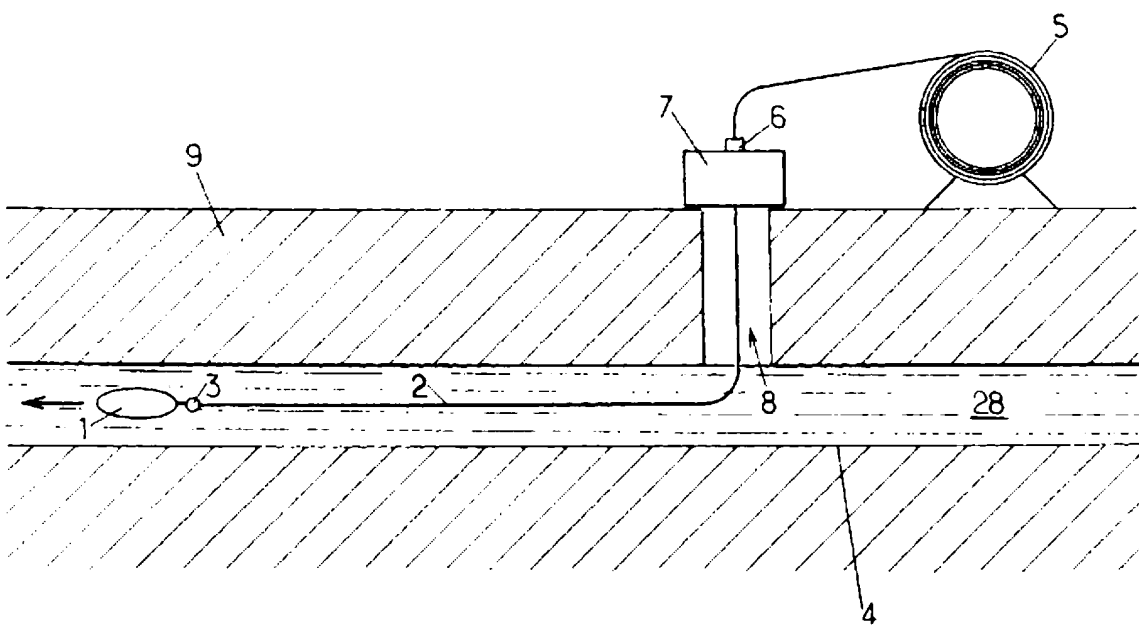
Dolayısıyla şekiller 7a ve 7b'de mekanik bağlantı(2), bir yay (26) yardımıyla mekanik bağlantıya (2) karşı katlanan esnek bir şekil gibi yüzey elemanları(27) ile donatılmaktadır. Bu tür yüzey elemanları(27), mekanik bağlantı(2) boyunca farklı yerlerde düzenlenebilmektedir.

10 Mekanik bağlantı(2) hızlandırıldığı zaman, ya akan akış(28) yönünde boru hattı(4) içerisinde otonom modülün (1) (veya 30) ilerlemesi etkisiyle (şekil 7a) ya mekanik bağlantı(2) boru hattı(4) dışarıdan çekilmesiyle (şekil 7c); yay(26) etkisiyle veya aksine bu yay tarafından uygulanan kuvvetin üstesinden geldiği için bu yüzey elemanları(27) büyük ölçüde mekanik bağlantıya (2) karşı kalmaktadır.

15

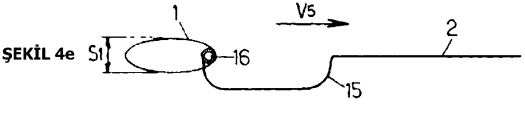
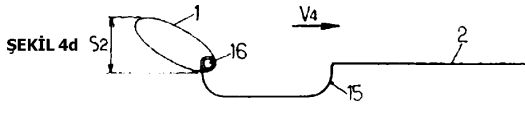
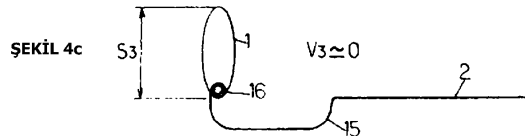
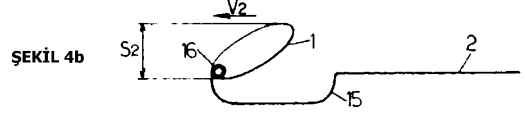
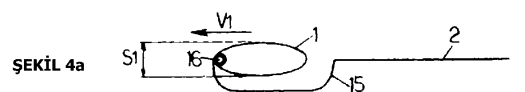
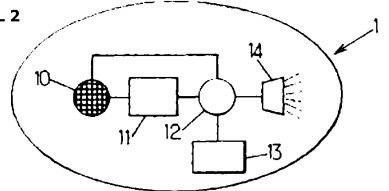
Buna karşılık, örneğin bağlandığı mekanik bağlantı(1) (veya 30) bloke edildiği için veya boru hattı(4) içerisi ile sürtünme etkisiyle mekanik bağlantı(2) hızlandırılmaya yakın olduğu zaman, yüzey elemanları(27) açılarak (şekil 7b), akan akışa (28) maksimal direnç sunmaktadır. Bu açılan şekil sayesinde akan akış(28) mekanik bağlantı(2) üzerinde ittirilmesi artmaktadır ve isteğe bağlı olarak hızlandırılabilir. 20

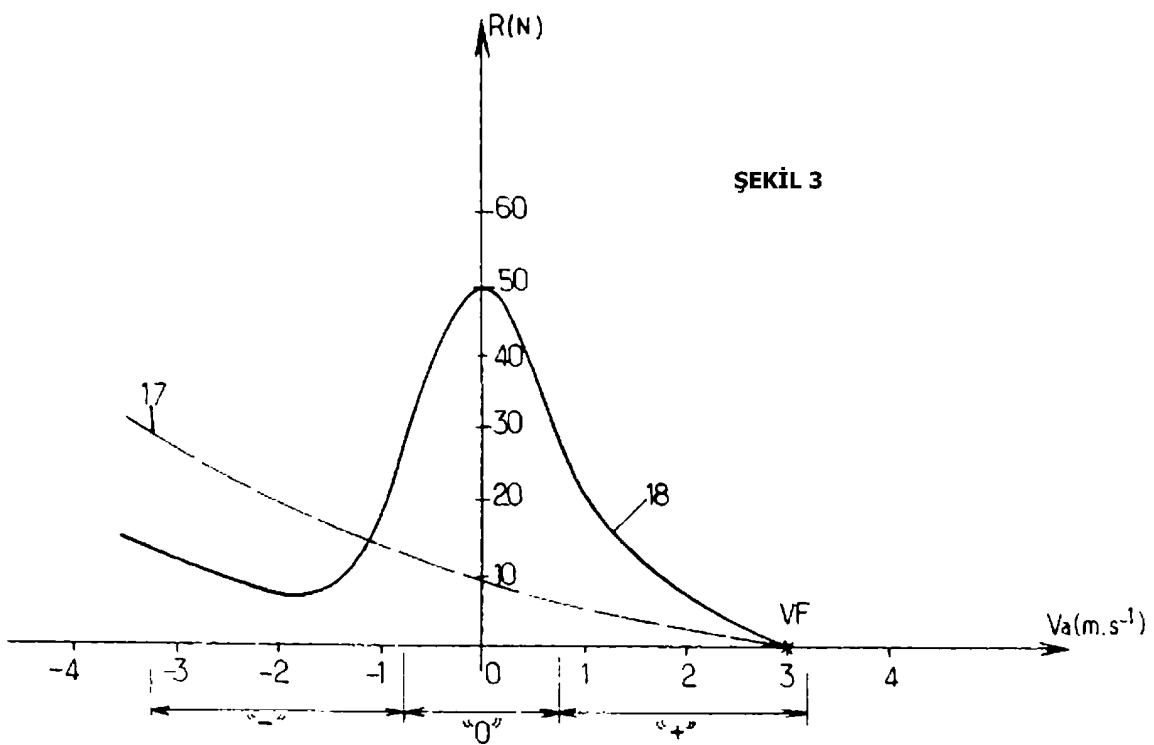
Ayrıca mekanik bağlantı(2) yapı varyantlarında öngörülebilmektedir.

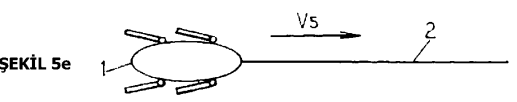
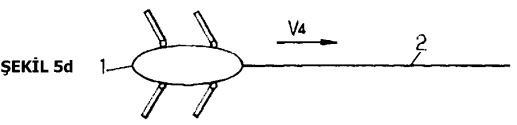
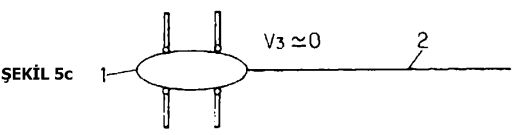
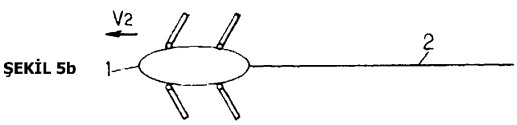
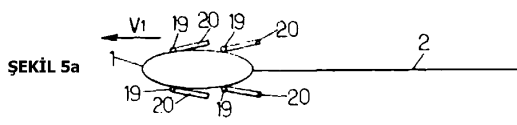


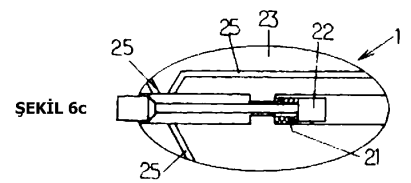
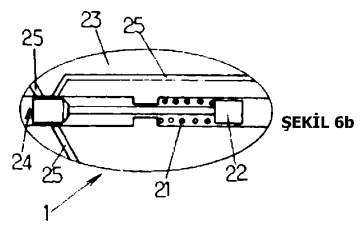
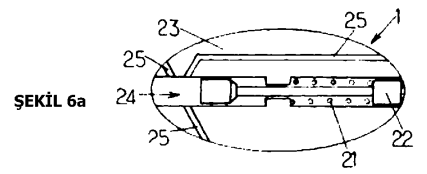
ŞEKİL 1

ŞEKİL 2









ŞEKİL 7a

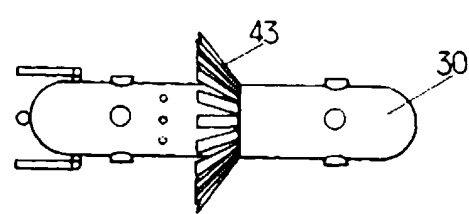
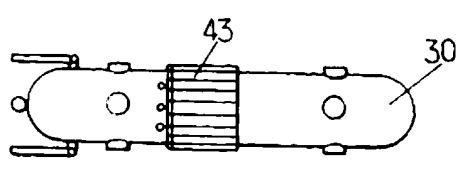
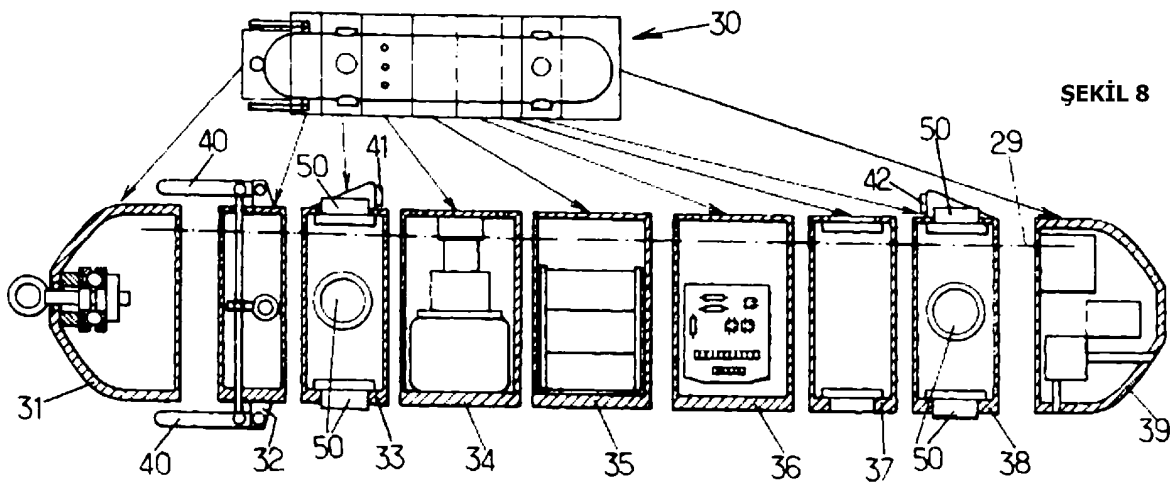


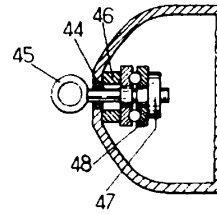
ŞEKİL 7b



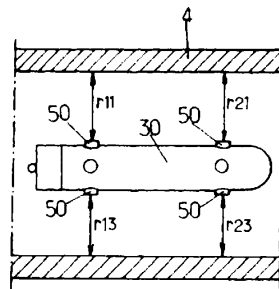
ŞEKİL 7c



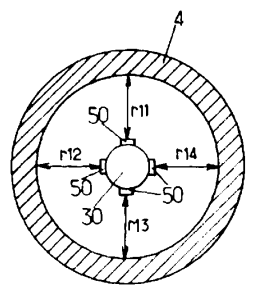




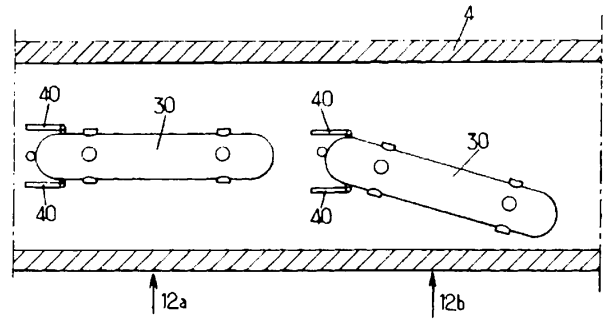
ŞEKİL 10



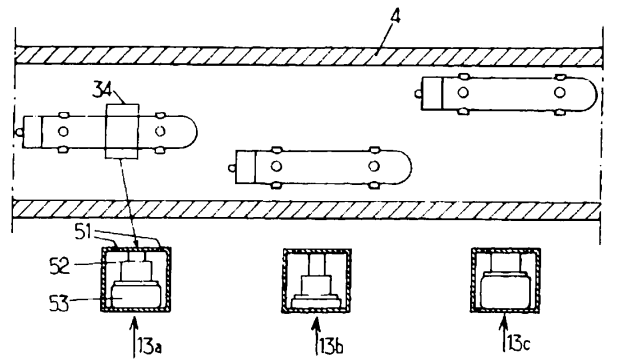
ŞEKİL 11a



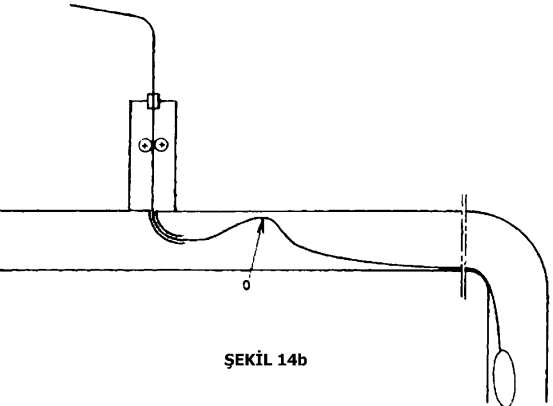
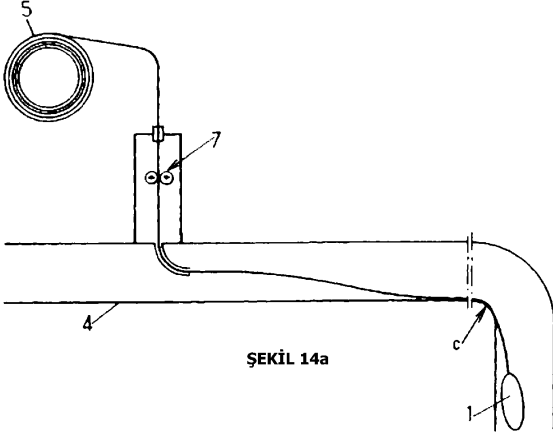
ŞEKİL 11b

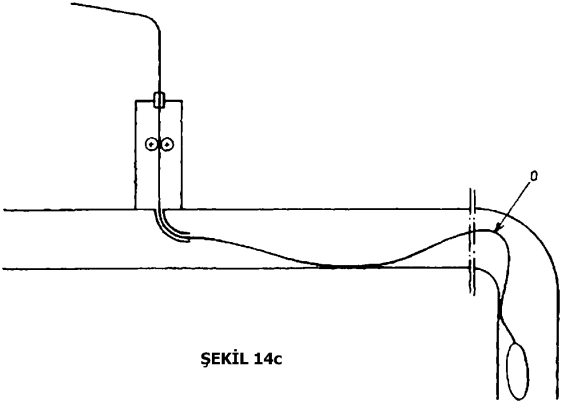


ŞEKİL 12

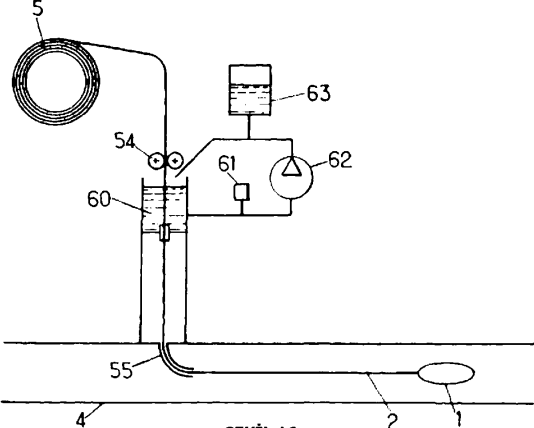


ŞEKİL 13

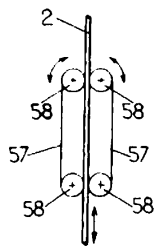
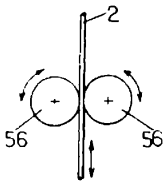
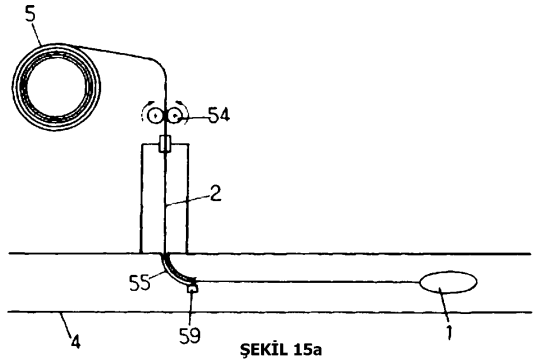


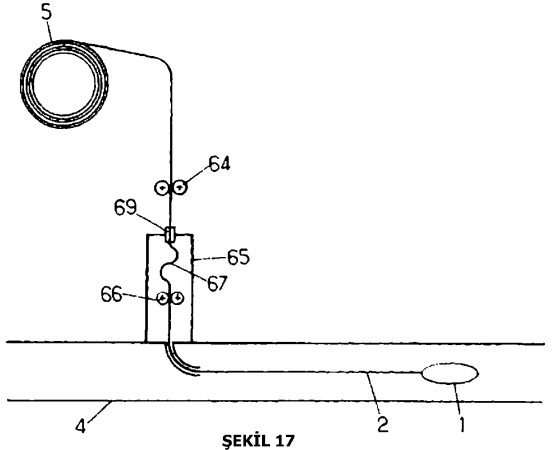


ŞEKİL 14c

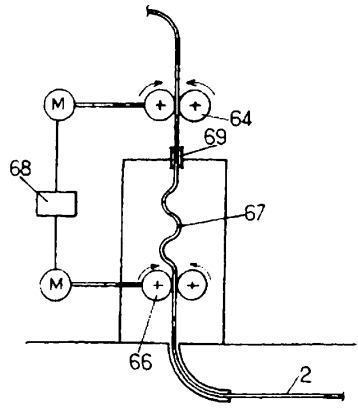


ŞEKİL 16

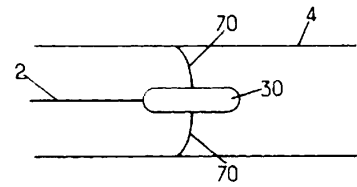




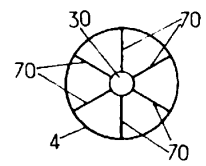
ŞEKİL 17



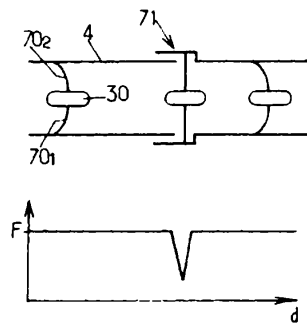
ŞEKİL 18



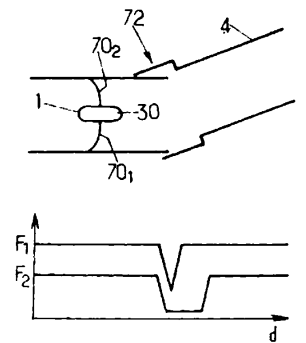
ŞEKİL 19



ŞEKİL 20



ŞEKİL 21



ŞEKİL 22