

ÖZET

FRANCİS TÜRBİNİN ÇARKINA YÖNELİK KOMPAKT KANAT VE ÇARKIN YAPILANDIRIMASINA YÖNELİK YÖNTEM

5

Bir boğaz çapına (D_{th}) sahip bir Francis türbininin bir çarkına yönelik olarak bir kanat olup, kanat şunları içermektedir: $0.03D_{th}$ 'den az olmayan bir maksimum kalınlık ve 45 dereceden az olmayan bir maksimum eğilim açısına sahip bir eğilim açısı, burada eğilim açısı bir dikey hat ve ön kenar tarafından belirlenmektedir.

İSTEMLER

1. Bir Francis türbininin bir çarkına yönelik bir kanat (60) olup, çark, bir dikey eksen etrafında dönmesi için yapılandırılmaktadır ve bir boğaz çapına (Dth) sahiptir, kanat (60), bir ön kenar (62) ve bir arka kenar (64) içermektedir,
- söz konusu kanat aşağıdakileri **ile karakterize edilmektedir:**

kanadın (60), ön kenarın (62) yakınında en kalın kısma sahip olacağı şekilde şekillendirilmesi, en kalın kısmın, $0.03D_{th}$ 'den daha az olmayan bir kalınlığa (t) sahip olması ve

ön kenarın (62), 45 dereceden daha az olmayan bir maksimum eğilim açısına (θ) sahip olması burada eğilim açısının, ayrıca çarkın dikey rotasyon eksenini kapsayan bir düzlemde ön kenar (62) ve bir dikey hat tarafından belirlenmesi.

2. Ön kenarın (62), bir dikey hatta göre bir eğrilığe sahip olduğu ve 45 dereceden daha az olmayan maksimum eğilim açısı (θ) ön kenarın (62) bir alt kenarında (74) oluşturulurken, ön kenarın (62) bir üst kenarındaki (76) eğilim açısının ise on derecenin altında olduğu; ve kanadın (60) bu aşırı eğiliminin, bu tür bir aşırı eğilimin olmadığı bir Francis türbininin bir çarkına yönelik standart boyutlu bir kanada kıyasla kanadın (60) görece kısa olması ve kompakt olması mümkün kıldığı, istem 1'e göre kanat (60).

3. Ön kenarın (62) bir dikey eksene paralel olduğu ve çarkın, dikey eksen etrafında döndüğü, istem 1 veya 2'ye göre kanat (60).

4. Kanadın (60), genel olarak aşağı doğru bir yöne bakan bir arka kenara (64) sahip olduğu, istemler 1 ila 3'ten herhangi birine göre kanat (60).

5. Kanadın (60), çarka monte edilen kanatların (60) bir halkasal dizisinde düzenleneceği şekilde yapılandırıldığı, her bir kanadın (60) bir üst kenarının (66), çarka ait bir göbeğin veya tacın bir ters konik kısmına sabitlendiği, istemler 1 ila 4'ten herhangi birine göre kanat (60).

6. Her bir kanadın (60), çark bandına sabitlenen bir alt yan kenara (68) sahip olduğu, istem 5'e göre kanat (60).

7. Bir Francis türbinindeki bir çarkın değiştirilmesine yönelik bir yöntem olup, aşağıdakileri içermektedir:

5 Francis türbinine yönelik bir hazneden bir mevcut çarkın (28, 30) çıkarılması ve hazneye bir başka çarkın yerleştirilmesi, burada diğer çarkın, istem 1'e göre bir kanat (60) dizisine sahip olması

8. Ayrıca, çarkın ve yerleştirme adımları esnasında haznenin bir iç çapının genişletilmesinden kaçınılması kapsayan, istem 7'ye göre yöntem.

10

9. Haznenin boyutları, mevcut çarkın (28, 30) çıkarılması veya diğer çarkın yerleştirilmesi için büyük oranda değiştirilmediği, istem 7 veya 8'e göre yöntem.

TARİFNAME

FRANCİS TÜRBİNİN ÇARKINA YÖNELİK KOMPAKT KANAT VE ÇARKIN YAPILANDIRIMASINA YÖNELİK YÖNTEM

5

ÖNCEKİ TEKNİK

Buluş, bir Francis hidrolik türbinine yönelik bir kanat şekli ile ve özellikle kanadın giriş açısı ve kalınlığı ile ilgilidir.

10

Francis türbini, yaygın şekilde kullanılan bir su türbinidir. Francis türbinleri, örneğin on (10) metre ile altı yüz elli (650) metrelik basınç yüksekliği ile işletim için uygundur. Bu türbinler genel olarak, örneğin 10 ila 750 megawatt aralığındaki elektrik gücünün üretilmesi amacıyla jeneratörlerin tahrik edilmesi için kullanılmaktadır. Francis türbinlerinin örnekleri, 7,198,470; 7,195,460; 7,195,459; 7,128,534 (US-A1-2005/013691'e dayanan) ve 6,135,716 numaralı U.S. Patent Dokümanlarında gösterilmektedir. Bir Francis türbininin referans çarkı örneğin çark çapı 1 ila 10 metre arasında olabilmektedir. Türbin, dakikada 80 ila 1000 dönüşlük (rpm) rotasyonel hızlarda çalışabilmektedir. Geniş ve orta boylu Francis türbinleri dikey bir mil etrafında rotasyon gerçekleştirmeye meyilli iken, daha küçük türbinler ise yatay bir mil etrafında rotasyon gerçekleştirmektedir. Konvansiyonel bir Francis türbininin bu genel açılımında, buradaki kanat şekli açılımında dair bir bağlam sağlaması ve buluşun kapsamını sınırlandırmaması amaçlanmaktadır. WO-A1-2004/031574 numaralı patent dokümanında bir Francis türbinini açıklamaktadır.

25

Bir çark, türbin kanatlarını kapsayan, bir Francis türbininin bir kısmıdır. Yeni bir çark, bir Francis türbini onartırken yerleştirilebilmektedir. Yeni çarkın boyutları mevcut çarka yönelik haznenin boyutları ile sınırlandırılmaktadır. Yeni çark, yuvaya sığmak üzere tasarlanmaktadır. Mevcut yuvanın sınırlamalarından dolayı yeni çarkın tasarımı türbin için maksimum tepe noktası veriminin ve kavitasyon davranışının sağlanması bakımından optimal olmayabilmektedir. Genel olarak, çark, daha kompakt olması örneğin optimalden daha küçük olan bir çark giriş çapına sahip olması için sınırlandırılmaktadır. Çark kompakt olduğundan dolayı türbinin verimine, ve kavitasyona göre performansına ilişkin problemler ortaya çıkmaktadır. Örneğin 100 metreden daha fazla olan geniş bir basınç yüksekliğinin altında çalışan bir Francis türbininde çarkın kullanılması durumunda, bu problemler özel bir sorun teşkil etmektedir.

35

Belirli bir basınç yüksekliği, kanat sayısı ve distribütör merkez hattına göre sabit kanat çarkı yüksekliği için, kompakt giriş çapları evrensel kanat yüklemesini artırmaktadır. Kanat girişi, dolayısıyla, düşük, kritik basınç seviyelerine erişerek, işletme düşüşüne bağlı olarak basınç veya emiş tarafı kavitasyonu ile sonuçlanabilmektedir.

BULUŞUN KISA AÇIKLAMASI

Mevcut buluş, istem 1'e göre bir Francis türbininin bir çarkı için bir kanat, ve istem 7'ye göre adınları içeren, bir Francis türbinindeki bir çarkı değiştirilmesine yönelik bir yöntem sağlamaktadır.

Yeni bir Francis türbini tasarlanmıştır ve özellikle, bir Francis türbininin bir çarkı için yeni bir kanat şekli tasarlanmıştır. Yeni kanat, örneğin, mevcut bir çarkı değiştirilmesi için kullanılabilen bir kompakt çark için uygundur. Kompakt çark, mevcut bir yuvaya sığması için tasarlanabilmektedir ve kompakt kanatlara sahip olması için sınırlanabilmektedir.

Kompakt kanatlar, kavitasyon problemlerine ve türbin verimine göre geliştirilmiş bir performans olan, benzersiz bir giriş şekline sahip olabilmektedir. Örneğin, kanat girişinin eğiliminin, örneğin 45 dereceden fazla olduğu söylenebilmektedir. Kanat, bir distribütör merkez hattına ve belirli giriş çapına göre sabit bir kanat çarkı yüksekliğine sahip olabilmektedir. Bahsi geçen eğilim açısı özellikle türbine yönelik maksimum hız yüksekliğinde, emiş tarafı kavitasyonunun kontrol edilmesine yardımcı olmaktadır. Kanat girişinin bahsi geçen eğilimi, göbeğe göre, mahfazadan orta kanada doğru olabilmektedir. Giriş kanadının bahsi geçen eğilimi, diğer türlü kanadın giriş alanına ait yüzeye hasar verebilen kavitasyonu azaltabilmektedir.

Kanat, bir Francis türbinindeki bir çarka ait konvansiyonel bir kanada kıyasla, görece ince olabilmektedir. Kanat, kanadın giriş bölgesinde görece ince olabilmektedir. Kanat, çarkın girişine ait girme yüksekliği boyunca görece ince olabilmektedir.

0.03Dth'den daha az olmayan bir maksimum kalınlığa ve 45 dereceden daha az olmayan bir maksimum eğilim açısına sahip bir Francis türbinine ait bir çark için tasarlanan bir kanat, kanadın ve çarkın kompakt olması mümkün kılmaktadır. Su enerjisini mekanik enerjiye etkili bir şekilde dönüştüren ve kanatların yüzeylerindeki kavitasyonu azaltan yüksek performanslı

kanatlara sahip bir çark ile vadesi dolmuş bir çarkın değiştirilmesi vasıtasıyla mevcut bir Francis türbininin onarım için bir kompakt çark kullanılabilmektedir.

5 Bir boğaz çapına (D_{th}) sahip bir Francis türbininin bir çarkına yönelik olarak bir kanat tasarlanmakta olup, kanat şunları içermektedir: $0.03D_{th}$ 'den az olmayan bir maksimum kalınlık ve 45 dereceden az olmayan bir maksimum eğilim açısına sahip bir eğilim açısı, burada eğilim açısı bir dikey hat ve ön kenar tarafından belirlenmektedir. Kanat, bir Francis türbininin bir çarkına yönelik standart boyutlu bir kanada kıyasla göreve kısıtlanabilmektedir. Kanadın ön kenarı bir dikey eksene paralel olabilmektedir ve çark ise dikey eksen etrafında 10 dönmektedir. Kanadın arka kenarı genel olarak aşağı doğru bir yöne bakabilmektedir.

Kanat, çarka monte edilen bir halkasal kanat dizisi içerisinde düzenlenebilmektedir, burada her bir kanadın bir üst kenarı çarkın bir göbeğinin veya tacının bir ters konik kısmına sabitlenmektedir. Her bir kanat, çark bandına sabitlenen bir alt kenara sahip olabilmektedir.

15

Bir Francis türbinindeki bir çarkın değiştirilmesine yönelik bir yöntem tasarlanmakta olup, yöntem şunları içermektedir: Francis türbinine yönelik bir hazneden mevcut bir çarkın çıkarılması ve hazneye bir başka çarkın yerleştirilmesi, burada çark, bir boğaz çapına (D_{th}) ve bir kanat dizisine sahiptir, burada her bir kanat $0.03D_{th}$ 'den az olmayan bir maksimum 20 kalınlığa ve 45 dereceden az olmayan bir maksimum eğilim açısına olan bir ön kenara sahiptir, burada eğilim açısı bir dikey hat ve ön kenar tarafından belirlenmektedir. Yöntemde, haznenin bir iç çapının genişletilmesinden ve diğer çarkın yerleştirilmesi için haznenin büyük oranda değiştirilmesinden kaçınılabilmektedir.

25 ŞEKİLLERİN KISA AÇIKLAMASI

Şekil 1, Bir Francis hidro türbin tertibatının bir yandan görünümünü gösteren bir şematik diyagramdır.

30 Şekiller 2 ve 3, Francis türbinlerine yönelik konvansiyonel çarkların perspektif görünümleridir.

Şekil 4, bir Francis türbinine yönelik bir çarka ait kanadın bir perspektif görünümüdür.

35 Şekil 5, bir konvansiyonel kanadın bir kompakt kanat ile karşılaştırılan, kanatların ana

hatları bir çizgesidir.

Şekil 6, bir kompakt kanad bir örnek enine kesitini göstermektedir.

5 BULUŞUN AYRINTILI AÇIKLAMASI

Şekil 1, konvansiyonel bir Francis hidro türbin tertibatı (10) bir yandan görünümüdür. Tertibat, baraj arkasındaki su kaynağının yüzeyinin 10 ila 650 metre altında, bir baraj (12) içerisine monte edilebilmektedir. Bir halkasal yuva (13), baraj duvarı içerisinde meydana getirilebilmektedir. Yuva, türbin tertibatı alınması ve desteklenmesi için montaj braketleri ve baraj içerisinde bir hazne içerebilmektedir.

Su geçitleri, baraj içerisinden, türbin tertibatı çevreleyen bir spiral su geçidine (14) uzanmaktadır. Spiralden su, bir halkasal distribütörün (16) ve ardından bir çark (18) içerisine radyal şekilde içe doğru akmaktadır. Çark, bir dizi kanat (20) içermektedir. Kanatlar üzerinden akan su çarkı tahrik etmekte ve döndürmektedir. Çark, bir elektrik gücü jeneratörü (24) ile birleştirilen bir dikey mili (22) tahrik etmektedir. Türbin tertibatı altından ve baraj akışı aşağısından suyu boşaltan bir çıkış geçidi (26) vasıtasıyla çarktan gelen su aşağı doğru akabilmektedir.

Distribütör (16), klavuz pervanelerinin bir veya birden çok halkasal dizisini içerebilmektedir. Halkasal dizilerden en az biri, ayarlanabilir klavuz pervaneleri olabilmektedir, burada su akışına göre klavuz pervanelerinin açılı değişebilmektedir. Tipik olarak, ayarlanabilir klavuz pervaneleri en içteki ve çark hemen akışı yukarıdaki dizi olacaktır.

Dikey olarak yönlendirilmiş bir Francis hidro türbini, mil (26) ile hizalanan bir dikey merkez hattı (CL türbini) ve distribütör ile hizalanan bir yatay merkez hattı (CL distribütörü) sahip olabilmektedir. Francis hidro türbininin yatay olarak yönlendirilmesi durumunda, mil ile hizalanan merkez hattı yatay olacaktır ve distribütör ile hizalanan merkez hattı ise dikey olabilmektedir.

Şekiller 2 ve 3, aynı zamanda 6,135,716 numaralı U.S. Patent Dokümanında da gösterilen konvansiyonel çarklar (28 ve 30) göstermektedir. Şekil 2'de gösterilen çark (28), enine kesitte dairesel olabilen, ve türbin kanatları (34) üst kenarları bakan bir ters konik yüzeye sahip olan bir göbek veya taş (32) içermektedir. Konik yüzey, türbin kanatları (34)

için bir üst destek yüzeyini meydana getirmektedir. Kanatların ön kenarları (35), çarkın radyal olarak dış çevresine hizalanabilmektedir ve her bir kanat, türbinin mil merkez hattına genel olarak paralel olabilmektedir. Kanatların (34) ön kenarları (35), çarkın rotasyon (R) yönüne göre ve bir yatay düzleme göre bir giriş açısına (36) sahip olacak şekilde yönlendirilebilmektedir. Çarkın alt kısmındaki kanatlara ait dış kenarların (40) çevresi etrafında uzanan bir halka (38) tarafından belirlenebilmektedir.

Çarkın (42) kör koni biçimli bir kesiti, kanatlara ait dış kenarların bir kısmını çevreleyen bir bant (bakınız Şekil 1) içerebilmektedir. Kör koni biçimli kesit, kanadın ön kenarlarının (35) alt köşesi ve halka (38) arasında olabilmektedir.

Şekil 3'te gösterilen çark (30) ayrıca, kanatların (44) bir halkasal dizisini destekleyen bir göbeğe veya taca (42) sahiptir. Şekil 3'te gösterilen çark, Şekil 2'de gösterilen çarktan (28) farklıdır ve Şekil 2'dekine kıyasla daha aşağıdan yukarıya doğru olan bir görünümde gösterilmektedir.

Çarka (30) ait kanatların (44) ön kenarları (46), çarkın (28) açısına (36) kıyasla bir karşı yönde olan bir giriş açısına (48) sahip olabilmektedir. Kanadın arka kenarı (50), radyal olarak dış doğru olan uçtan (52) ve radyal olarak içe doğru ve yukarı doğru olan yönlerde, kanatların radyal olarak içe doğru olan bir çevresine doğru (54) uzanan bir eğriliğe sahip olabilmektedir.

Bir Francis türbinin çarkı bir elektrik santralinde mevcut olan bir halkasal yuvaya oturtulacak şekilde tasarlanabilmektedir. Yuva tarafından sağlanan çarka yönelik hazne, fazlaca verimli kanatlara sahip bir modern çarka yönelik olarak sağlanan hazneye kıyasla daha küçük olabilmektedir, örneğin daha küçük bir çapa sahip olabilmektedir. Daha geniş, örneğin daha geniş çaplı bir çarkın yerleştirilmesi için haznenin genişletilmesi pratik olmayabilmektedir.

Şekil 4, görece küçük bir çarka yönelik bir kompakt kanadın (60) bir perspektif görünümüdür. Kompakt kanat, bir elektrik santralindeki göreve küçük olan bir hazneye oturtulması için tasarlanan bir kompakt çark için uygundur. Kompakt kanat (60), bir ön kenara (62) ve bir arka kenar (64) sahiptir. Kanadın bir üst kenarı (66), çarka ait bir tacın veya göbeğin alt yüzeyi ile birleşebilmektedir. Kanadın bir yan kenarı (68), çarka ait kör koni biçimli bir iç yüzey ile birleşebilmektedir. Göbeğin veya tacın kanatlara ait üst uçlarda olacağı bandın, kanatların bir alt yan bölgesinin çevresinde uzanacağı ve çarkın alt halkasının, her bir kanada

ait alt köşe (70) tarafından belirlenebileceği şekilde, kanatların (60) bir halkasal dizisi, çark içerisinde düzenlenmektedir.

5 Ön kenar (62), genel olarak çarka ait milin bir eksenine paralel olacak şekilde yönlendirilebilmektedir. Ön kenar, Şekil 4'te gösterildiği üzere, dikey bir yöne göre genel olarak geniş bir eğriliğe sahip olabilmektedir. Ön kenar, görece geniş olan, örneğin 45 dereceye (45°) eşit veya bundan daha geniş olan bir eğilim açısı (θ) (72) oluşturabilmektedir. Şekil 4'te gösterildiği üzere, eğilim açısı (72), ön kenarın (62) alt kenarından (74). Ön kenarın (62) üst kenarında (76), eğilim açısı, görece dar, örneğin on dereceden az veya sıfır

10 derece olabilmektedir. Kanadın aşırı şekilde eğilmesi, kanadın kompakt olmasını ve örneğin aşırı eğilim olmadan meydana gelenden daha kısa olmasını sağlamaktadır

Şekil 5, bir kompakt kanadın ön kenarını (80), kompakt olmayan bir kanadın ön kenarını (82) ile kıyaslayan bir çizgedir. Kompakt olmayan kanadın ön kenarını (82), kompakt olan ön kenara

15 (80) kıyasla radyal olarak daha doğru daha fazla uzanmaktadır. Bu bağlamda, kompakt kanada sahip çarkın çapı (D_1), çaptan (D_2) daha dardır. Her iki kanat da, arka kenarları (84), tacın veya göbeğin içe doğru konik yüzeyi (88) ile birleşen üst kenarları (86) ve çark bandının iç yüzeyi (92) ile birleşen bir yan kenar (90) bakımından benzer profillere sahiptir. Boğaz çapı (D_{th}), bandın iç yüzeyinin (92) çapı olabilmektedir ve tipik olarak, çark içerisindeki en dar su geçidini belirlemektedir. Şekil 5 ayrıca, yatay distribütör merkez hattına (CL Distribütör) ve

20 çarkın rotasyonel eksenine ait dikey merkez hattına (CL türbin) göre kanatların yönelimini göstermektedir.

Şekil 6, enine kesitte gösterilen bir kompakt kanadın (96) bir şematik diyagramıdır. Kanat, Şekil 4'te gösterilen kanat ile aynı şekilde ve boyuta sahip olabilmektedir. Ön kenarın (98) yanındaki kanadın kalınlığı (t), Francis türbinlerinin çarklarına yönelik konvansiyonel kanatlara kıyasla görece incedir. Kalınlık (t), kanadın en kalın kısmıdır. Kanadın kalınlığı, boğaz çapının ($0.03D_{th}$) yüzde üçünden (%3) az veya buna eşit olabilmektedir.

30 $0.03D_{th}$ 'den az olmayan bir maksimum kalınlığa ve 45 dereceden az olmayan bir maksimum eğilim açısına sahip bir Francis türbininin bir çarkına yönelik bir kanat, kanadın ve çarkın kompakt olmasını sağlamaktadır. Bir kompakt çark, su enerjisini mekanik enerjiye etkili bir şekilde dönüştüren ve kanatların yüzeylerindeki kavitasyonu azaltan yüksek performanslı kanatlara sahip bir çark ile vadesi dolmuş bir çarkın değiştirilmesi vasıtasıyla mevcut bir

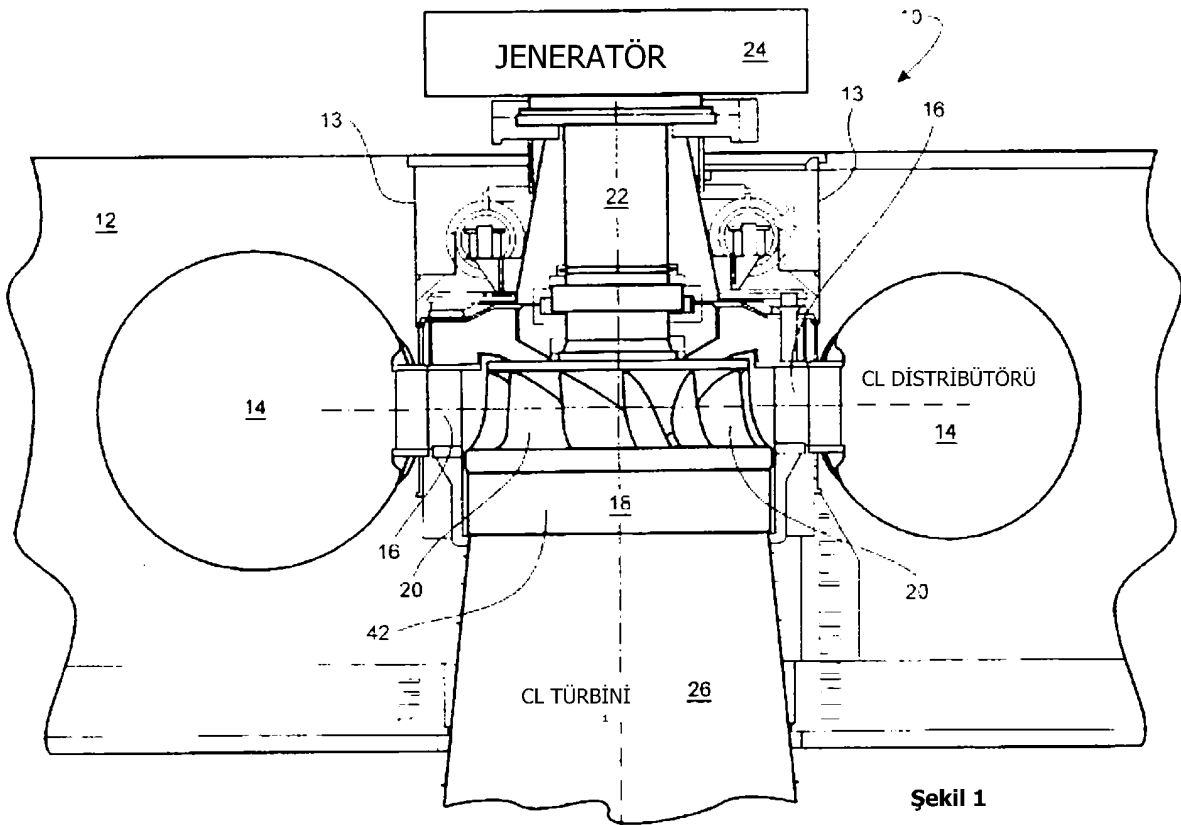
35 Francis türbini tertibatının onarımı için kullanılabilmektedir.

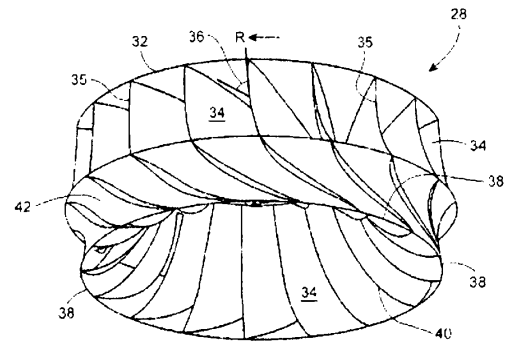
Bir Francis türbinindeki bir çarkın değiştirilmesine yönelik bir yöntem tasarlanmakta olup, yöntem şunları içermektedir: Francis türbinine yönelik bir hazneden mevcut bir çarkın çıkarılması ve hazneye bir başka çarkın yerleştirilmesi, burada çark, bir boğaz çapına (D_{th}) ve bir kanat dizisine sahiptir, burada her bir kanat $0.03D_{th}$ 'den az olmayan bir maksimum kalınlığa, ve 45 dereceden az olmayan bir maksimum eğilim açısına sahip bir ön kenara sahiptir, burada eğilim açısı, bir dikey hat ve ön kenar tarafından belirlenmektedir. Yöntem, haznenin bir iç çapı genişletilmeksizin ve diğer çarkın yerleştirilmesi için hazne büyük oranda değiştirilmeksizin gerçekleştirilebilmektedir.

10

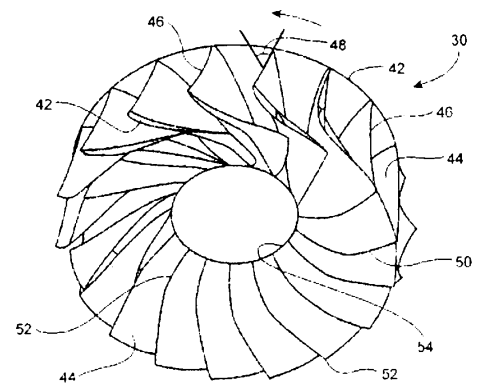
Buluş, halihazırda en pratik ve en çok tercih edilen yapılandırma olarak değerlendirilen yapılandırma ile bağlantı şeklinde açıklanmış olsa da, buluşun, açıklanan yapılandırma ile sınırlı olmadığı, bunun aksine, ekli istemler tarafından tanımlandığı üzere buluşun kapsamına dahil olan çeşitli modifikasyonlar ve eş değerdeki düzenlemeleri kapsamasını amaçlandığı göz önünde bulundurulmalıdır.

15

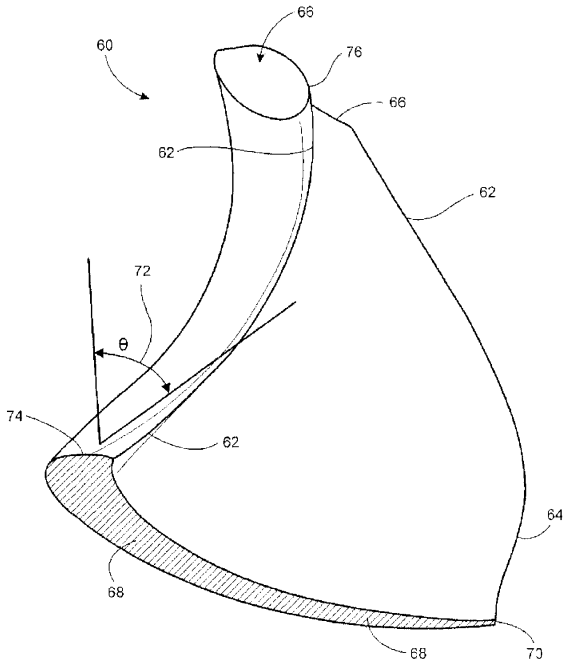




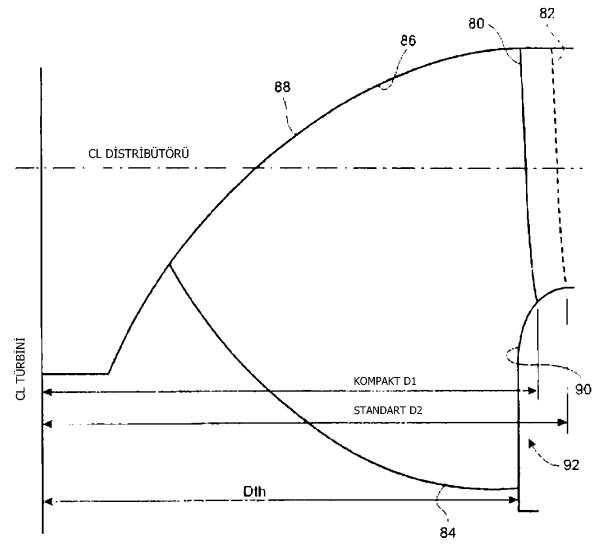
Şekil 2 (Önceki Teknik)



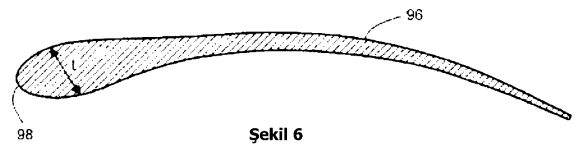
Şekil 3 (Önceki Teknik)



Şekil 4



Şekil 5



Şekil 6