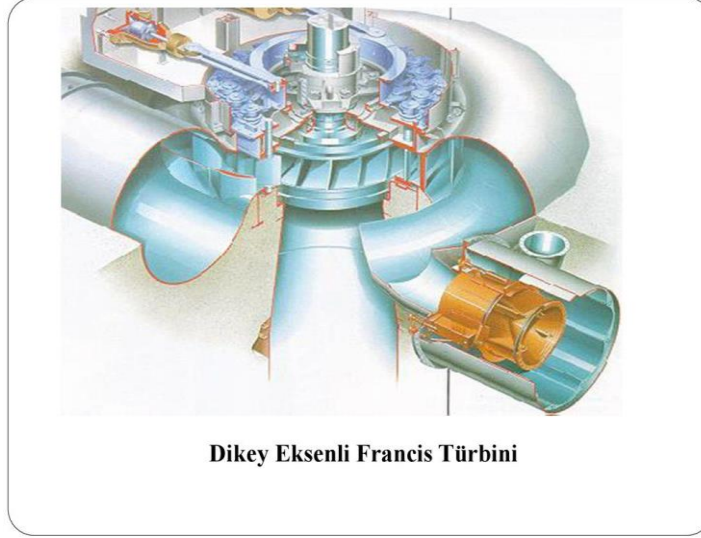




Akışkanlar Mekaniği 1Pompa Türbinin Enerji Depolama Durumu Analizi



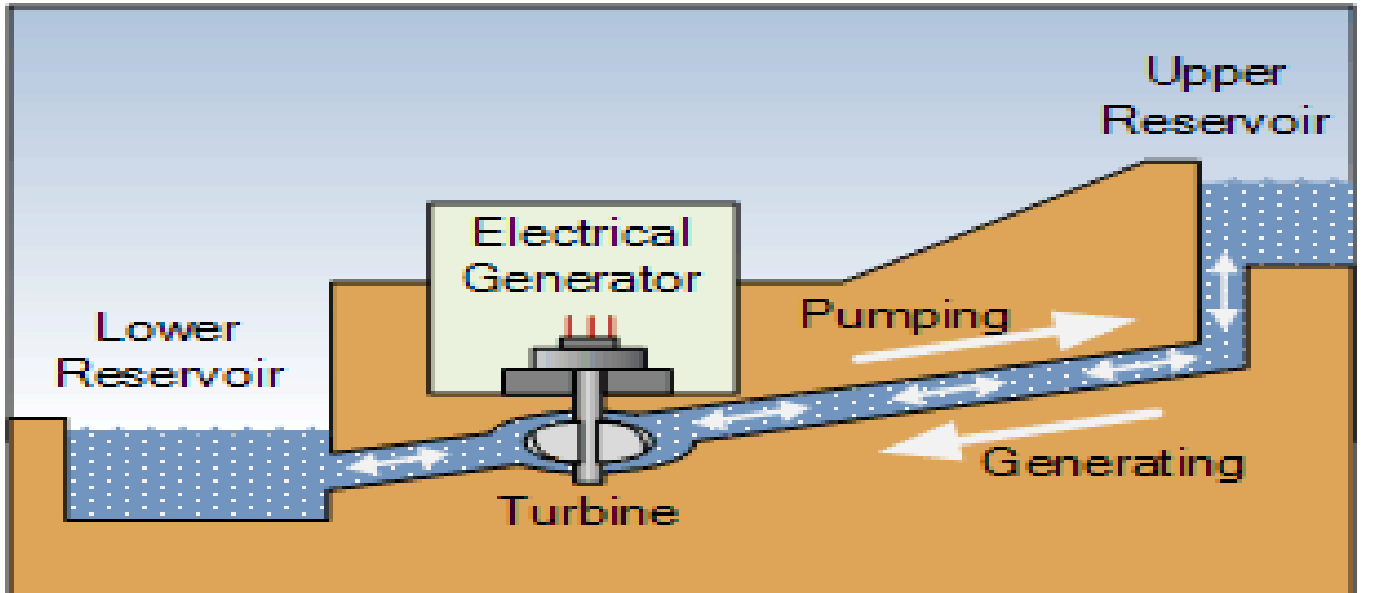
Bu araştırmada hedefimiz, çift yönlü çalışabilen bir pompalı türbini(Francis türbini) sayesinde kazanç elde etmektir.Kazanç elde etme stratejimiz gündüz ile gece saatleri arasındaki birim elektrik fiyatı farkına dayanıyor.



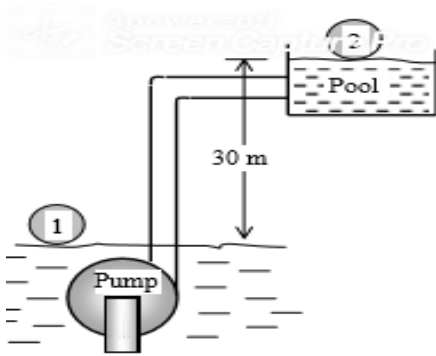
şekil 1 Francis türbini

Dzeneğın Genel değerlendirilmesi

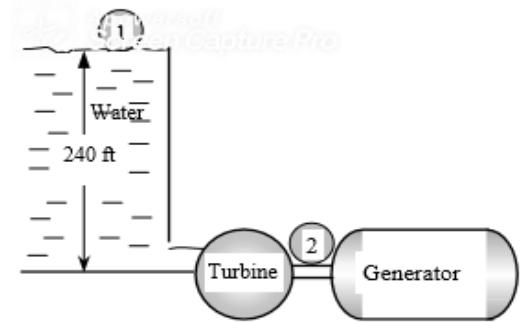
- Farzedelim ki bir yerleşim yerinin elektrik ihtiyacını karşılamaya çalışıyoruz.Ancak ürettiğimiz elektrik enerjisi yerleşim yerinin gün içinde tükettiği enerji değerinde büyük bir değere sahip.Bu durumda ne yapılmalı ? İhtiyaç fazlası enerjinin kayıp olarak değerlendirilmesinin önüne geçebilir miyiz ?.İşte bizim cevaplamaya çalıştığımız sorular...



- Yukarıdaki görsel ele aldığımız düzeneğin basit bir modelidir.Şimdi düzeneğin çalışma prensibini inceleyelim:
- "Enerjinin yoktan var vardan yok edilemeyeceğini biliyoruz." Üretim fazlası elektrik enerjisi "pompayı" çalıştırmak için kullanılır.Pompa alt kaynaktaki suyu yukarıdaki bir depolama alanına ulaştırmaya yarar.Bu sayede harcadığımız elektrik enerjisine karşılık daha sonra elektrik enerjisine çevrilebilecek potansiyel enerji elde ediyoruz ki termodinamiğin 1. yasası bağlamında böylesi bir dönüşümün gerçekleşeceğini biliyoruz.Daha sonra elektrik enerjisi üretmek istediğimizde ise bu sefer cihazımız "türbin" olarak çalışarak suyu yukarıdan aşağıya çekmek suretiyle jeneratöre "elektriğe dönüşme potansiyeline sahip enerjiyi" gönderiyor.



Şekil 2 Pompa çalışma modeli



Şekil 3 Türbin çalışma modeli

Verimler üzerine yorum

- Termodinamiğin 2. yasasına göre yapılan işten %100 verim elde etmek mümkün değildir.Bu durum düzeneğimizdeki pompa türbin ve jeneratör elemanlarında hatta borularda meydana gelen kayıplar üzerinden görülebilir.Önceki

paragrafta yer alan " elektriğe dönüşme potansiyeline sahip enerji" ifadesi bu durumu vurgulamak içindir.Çünkü elektriğe çevrilen enerji, jeneratörün verimine bağlı olarak , jeneratöre verilen enerjiden farklı bir değerde olacaktır.

Biraz Ekonomi

- Elektrik şirketleri, mesken ve ticarethane abonelerine tek ve üç zamanlı olarak iki tarife seçeneği sunar. Üç zamanlı tarifenin en önemli özelliği elektrik birim fiyatının günün zaman dilimlerine göre artıp azalmasıdır. Üç zamanlı tarifenin avantajlı olması için, elektriğin ucuz olduğu saatlerde tüketim yapmaya dikkat edin*(alıntı).Dolayısıyla düzeneği gece vaktinde pompa olarak kullanmak akıllıca olacaktır.Bu sayede elektrik enerjisini "depolamak" için daha az elektrik harcayacağız.Gündüz vakti ise düzeneği türbin olarak çalıştırarak elektrik enerjisi üretip satmak istiyoruz.İşte, kazanç dediğimiz kavram ürettiğimiz enerjiden elde ettiğimiz gelirin potansiyel enerjiyi depolamaya harcadığımız masraftan daha yüksek bir meblağa karşılık gelmesidir.
- Elektrik fiyatlarını etkileyen pek çok kıstas vardır.(kayıp-kaçak bedeli,TRT payı,enerji fonu vs...)Ancak biz burada devletin ekonomi ve enerji politikasını incelemediğimizden; gece vakti için elektriğin birim kullanım fiyatını ₺1 , gündüz vakti için ise ₺2 olarak göstereceğiz.Fiyatlandırma ile ilgili bir diğer önemli husus ise fiyatlandırmanın kWh cinsinden hesaplanmasıdır.Yani ₺, 1kilowat*saatlik ölçüme karşılık gelen fiyat olacaktır.

	ile sis. kul. bd.	Dağıtım Bedeli	
Birim Fiyat	0.0072414	0.0317672	
Tutar	1.68	7.37	
Sözleşme Gücü	3.000		
Güç Aşımı		Demand (kW)	
Güç Tutarı		Demand Çarpanı	0.000
Güç Aşım Zamanı		Demand Gösterge	
E. Amade Bed.		Güç Birim Fiyatı	
Enerji Fonu	0.43	Güç Aşımı Birim Fiyat	240.00
TRT Payı	0.85	Gerilim Trafo Oranı	30303.00
Elektrik Tük. Vergisi	2.13	Akım Trafo Oranı	7.733
(+/-) Tutar		Günlük Ort. Tüketim	22.03.2011
Kesme-Bağlama		İlk Okuma	21.04.2011
Say. Sökme Takma		Son Okuma	10:26:00
Sayaç Ayar - Bakım		Okuma Saati	21.04.2011
Yuvarlama		Tebliğ Tarihi	ramis
K.D.V.	11.15	Ekip	
		Sonraki Okuma Dön.	
FATURA TUTARI	73.10 TL		

Gerekli Kabuller ve Hesaplamalar

- Türbin ve pompanın ürettiği/harcadığı enerjileri hesaplamanın yolu Bernoulli denkleminden geçer:

$$\dot{m} \left(\frac{P_1}{\rho} + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2} + g z_1 \right) + \dot{W}_{\text{pump}} = \dot{m} \left(\frac{P_2}{\rho} + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2} + g z_2 \right) + \dot{W}_{\text{turbine}} + \dot{E}_{\text{mech, loss}}$$

*Ancak bu denklemi uygulayabilmek için gerçekleşen akışı sürekli, sıkıştırılamaz, dönmez olarak kabul etmemiz gerekiyor.

*Denklemdaki mekanik kayıplar bölümü pompa, türbin ve borularda meydana gelen kayıpları kapsıyor.

$$E(\text{mekanikkayıp(toplam)}) = E(\text{pompa}) + E(\text{türbin}) + E(\text{borular})$$

*Mekanik kayıp değerleri kullanılarak şu eşitlikler türetilebilir:

$$W(\text{pompa(giriş)}) - E(\text{mekanikkayıp(pompa)}) = W(\text{pompa(faydalı)})$$

$$W(\text{türbin}(\text{çekilen})) - E(\text{mekanik kayıp}(\text{türbin})) = W(\text{türbin}(\text{jeneratöre}))$$

Aslında bu durum oldukça mantıklıdır zira pompanın amacı suya potansiyel enerji kazandırmaktır mekanik kayıplar ise bu kazanımı engellemektedir. Türbin ise sudan enerjiyi olduğu gibi çekmektedir. Ancak enerjiyi jeneratöre aktarırken mekanik kayıplar yaşanmaktadır.

A) Birim analizi:

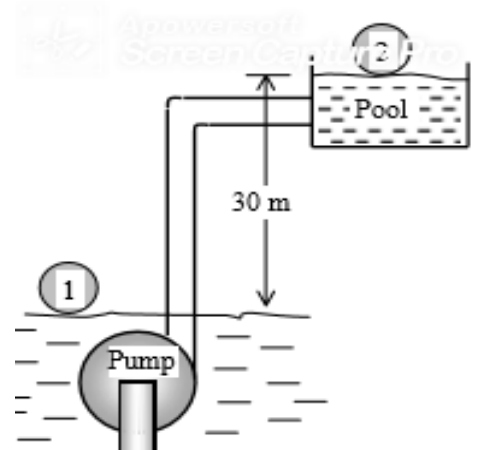
$\dot{m} \rightarrow \text{kg/s}$ (kütle debisi) $P \rightarrow \text{kPa}$ (basınç) $a \rightarrow$ kinetik enerji düzeltme katsayısıdır. Boyutsuzdur.
 $V \rightarrow \text{m/s}$ (hız) $g \rightarrow \text{m/s}^2$ (yerçekimi ivmesi) $\dot{W} \rightarrow \text{J/s}$ (iş) $\dot{E} \rightarrow \text{J/s}$ (mekanik kayıplar)
 $t \rightarrow \text{h veya } 3600\text{s}$ (süre) $E \rightarrow \text{kWh}$ (fiyat) $\eta \rightarrow$ Boyutsuzdur. (Verim) $\rho \rightarrow \text{kg/m}^3$ (yoğunluk)

Hakan Aktaş 18065037

REDMI NOTE 8 AI QUAD CAMERA

B) Pompanın analitik incelenmesi:

Bernoulli denklemini uygulamadan önce belli başlı yorumlar yapılabilir: 1 ve 2 noktası atmosfere açık olduğundan dolayı bu noktalardaki basıncı atmosfer basıncına eşit



alabiliriz.Ayrıca 1 ve 2 noktasında suyun hızını 0 kabul edebiliriz.Böylece denklemimiz oldukça sadeleşti.

C)Türbinin analitik incelenmesi:

Pompa için yapılan kabullerin

aynıları bu durum için de

geçerlidir.Yalnız gösterim

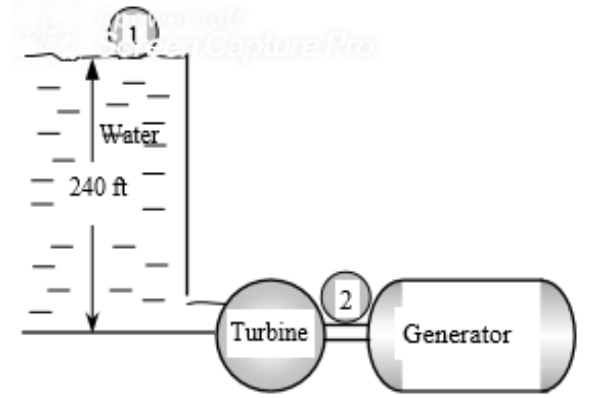
açısından bir fark vardır:

pompa için alınan 1 noktası

burada 2 noktası ; pompa için

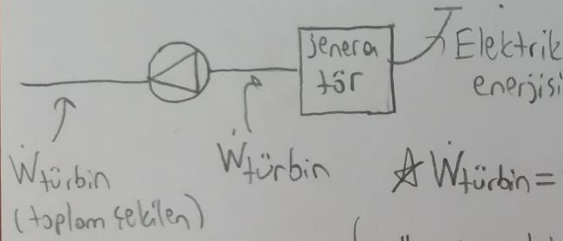
alınan 2 noktası ise 1 noktasıdır.Yani,

Türbin analizindeki z_1-z_2 ile pompa analizindeki z_2-z_1 değerleri aynıdır.



$$\dot{m} \left(\frac{P_1}{\rho} + \frac{a_1 V_1^2}{2} + g z_1 \right) + \dot{W}_{\text{pompa}} = \dot{m} \left(\frac{P_2}{\rho} + \frac{a_2 V_2^2}{2} + g z_2 \right) + \dot{W}_{\text{türbin}} + \dot{E}_{\text{mek. kayıp}}$$

$$* P_1 - P_2 = 0, \quad V_1 = V_2 = 0, \quad \dot{E}_{\text{mekanik kayıp}} = \dot{E}_{\text{pompa}} + \dot{E}_{\text{türbin}} + \dot{E}_{\text{boru 2}}$$



$$* \dot{W}_{\text{türbin}} = \dot{m} g (z_2 - z_1) - \dot{E}_{\text{türbin}} - \dot{E}_{\text{boru 2}}$$

Üretilen elektrik enerjisi, jeneratör verimine η_2 denilirse:

$\dot{W}_{\text{türbin}} \times \eta_2$ olarak bulunur. Bu değer ϵ_2 ile çarpılırsa elde edilen gelir bulunur.

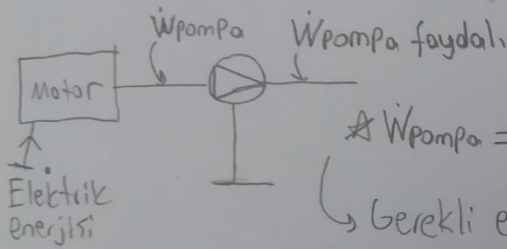
$$\text{gelir} = [\epsilon_2 (\dot{m} g (z_2 - z_1) - \dot{E}_{\text{türbin}} - \dot{E}_{\text{boru 2}})] \eta_2$$

Hakan Aktaş
18065037

REDMI NOTE 8
AI QUAD CAMERA

$$\dot{m} \left(\frac{P_1}{\rho} + \frac{a_1 V_1^2}{2} + g z_1 \right) + \dot{W}_{\text{pompa}} = \dot{m} \left(\frac{P_2}{\rho} + \frac{a_2 V_2^2}{2} + g z_2 \right) + \dot{W}_{\text{türbin}} + \dot{E}_{\text{(mekanik kayıp)}}$$

$$* P_1 - P_2 = 0, \quad * \dot{E}_{\text{mekanik kayıp}} = \dot{E}_{\text{türbin}} + \dot{E}_{\text{pompa}} + \dot{E}_{\text{boru 1}}$$



$$* \dot{W}_{\text{pompa}} = \dot{m} g (z_2 - z_1) - \dot{E}_{\text{pompa}} - \dot{E}_{\text{boru 1}}$$

Gerekli elektrik enerjisi, motor verimine η_1 denilirse:

$\dot{W}_{\text{pompa}} / \eta_1$ olarak bulunur.

O halde bu değer Pompanın çalışması süresi t_1 ve elektriğin geleceği için kWh fiyatı ϵ_1 çarpılarak maliyet bulunur.

$$\text{Maliyet} = [\epsilon_1 (\dot{m} g (z_2 - z_1) - \dot{E}_{\text{pompa}} - \dot{E}_{\text{boru 1}})] t_1 / \eta_1$$

Hakan Aktaş
18065037

REDMI NOTE 8
AI QUAD CAMERA

D) ϵ_1 ve ϵ_2 arasındaki ilişkinin kurulması:

Sistemin verimli olması "Gelir > Maliyet" anlamına gelir.

$$\text{Gelir} > \text{Maliyet} \rightarrow \dot{W}_{\text{türbin}} t_2 \eta_2 \epsilon_2 > \frac{\dot{W}_{\text{pompa}} \epsilon_1 t_1}{\eta_1}$$

$$\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1} > \frac{\dot{W}_{\text{pompa}} t_1}{\dot{W}_{\text{türbin}} \eta_1 \eta_2 t_2} = \frac{(\dot{m}g(z_2 - z_1) - \dot{E}_{\text{pompa}} - \dot{E}_{\text{boru1}}) t_1}{(\dot{m}g(z_2 - z_1) - \dot{E}_{\text{türbin}} - \dot{E}_{\text{boru2}}) \eta_1 \eta_2 t_2}$$

Hakan Aktaş

18065037

Yararlanılan kaynaklar:

<https://gazelektrik.com/>

<https://docplayer.biz.tr/>

<https://www.youtube.com/channel/UCqwJgEtC22XVVfBykl5baTg>

<https://www.youtube.com/channel/UCiaglgU0LqOF7mtbA2-bl4Q>

Akışkanlar Mekaniği Temelleri ve Uygulamaları "Yunus A. Çengel ,
John M. Cimbala"