

كتاب تجارب معمل ..الآلات الهيدروليكية..

أولاً: بيانات المعمل الأساسية

إسم المعمل: الآلات الهيدروليكية.....

القسم العلمي: هندسة القوى الميكانيكية.....

المشرف: د/ عبد الرحيم دهينة

مهندس المعمل: م / إسماعيل السيد فهم

أمين المعمل: أ/ سامح فايز.....

التليفون: 1386

الموقع بالنسبة للكلية: خلف الورش

مساحة المعمل: 240 م².....

ثانياً: قائمة بالأجهزة والمعدات الموجودة بالمعمل:

م	إسم الجهاز	العدد	Serial Number
1	Hydraulic Circuit	1	
2	Water Table	1	
3	Centrifugal Pumps	3	

ثالثاً: قائمة بالتجارب التي تؤدي داخل المعمل:

م	التجربة	الغرض منها
1	Performance of a Centrifugal Pump	قياس منحنى أداء الطلمبات
2	Performance of Two Centrifugal Pumps In Parallel Operation	قياس منحنى أداء مضختين في حال توصيلهما على التوازي
3	Performance of Two Centrifugal Pumps In Series Operation	قياس منحنى أداء مضختين في حال توصيلهما على التوالي
4	Hydraulic losses in a water pipeline	قياس المفاقد في خط أنابيب مياه

- الأنشطة الطلابية داخل المعمل:التدريب الصيفي لطلاب الفرقة الأولى.....
- عدد طلاب الدراسات العليا المستفيدين من المعمل:4.....
- عدد الرسائل العلمية التي تمت في المعمل:كثيرة.....
- عدد الدورات التدريبية التي تمت في المعمل:2.....
- المسابقات العملية التي شارك فيها طلاب من المستفيدين من المعمل:

التجربة الأولى

■ بيانات عامة:

إسم التجربة:Performance of a Centrifugal Pump

الفرقة المقرر عليها التجربة:الرابعة.....

الفصل الدراسي:الأول.....

الأدوات المطلوبة للتجربة:

- طلبمبة طاردة مركزية (Centrifugal pump)
- خط أنابيب (Pipeline)
- عداد ضغط (Pressure sensor)
- جهاز قياس معدل التصرف (Flow meter)

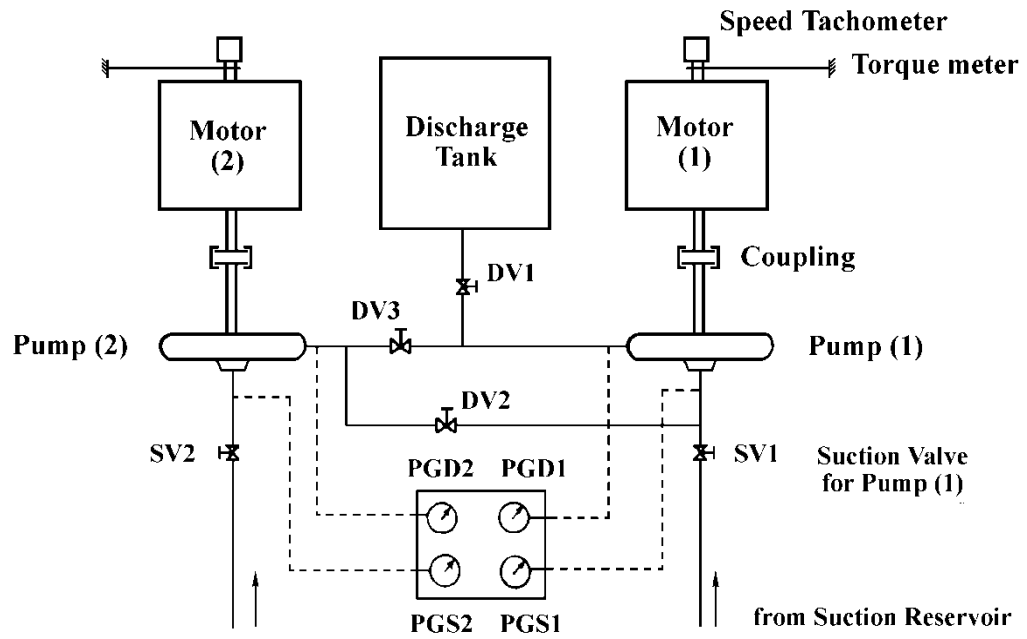
■ الأساس النظري للتجربة:

Introduction

The centrifugal pump is the most widely used type of the hydraulic machines. All engineers need to be acquainted with its operation and performance characteristics. In many installations more than one centrifugal pump are employed and operating either in parallel for high flow rates or in series for high discharge pressures.

Pump Set Description:

The test set and its measuring equipment are shown in the following figure. It contains two identical separately driven centrifugal pumps. It is arranged to run separately and also to run either in series or in parallel.



Diagrammatic representation of parallel-series pump set

Performance of a Centrifugal Pump

The objective of this test is to get the actual performance of a centrifugal pump, at different speeds, i.e. the curves for the Head, Power and Efficiency against Discharge.

TEST STEPS:

1. Setting the pump in operation (Pump (1)).
 - Let SV1 fully opened and close the other valves.
 - Check pump priming (the impeller must be filled with water).
 - Make sure of all pipe connections and fittings to ensure the leakage.
 - Start up motor (1) by the electric switch, until a certain operating speed.
2. Open valve DV1 to a small opening (1/10 full open).
3. Measure the operating speed N_1 by the tachometer.
4. Measure the discharge (Q in m^3/s) from the discharge tank using stopwatch.
5. Read the pressure gauges reading (PGS1, PGD1) and calculate the head $H = \text{PGD1} - \text{PGS1}$.
6. Measure the torque by means of torque arm and the spring balance, and calculate the power $P = T \cdot N / \text{const.}$
7. Calculate the efficiency $\eta = \gamma Q H / (75 \cdot \text{Power})$.
8. Tabulate the previous measured quantities (Q , H , P , η).
9. Repeat steps 2, 3, ... to 8 for several DV1 openings and tabulate the data as shown:

	1/10 F. O.	2/10 F. O.		Fully opened
Discharge Q , m^3/s				
Head H , m				
Brake Power, hp				
Efficiency η				

10. Repeat steps 2, 3, ... to 9 for another speed (N_2).
11. Draw the performance curves (H, P, η against Q), specify the operating point and evaluate the specific speed.
12. Using affinity laws get the performance of the pump at the second speed from the performance at first speed.
13. Compare the affinity performance curves and the experimental performance curves for the second speed.

HIGH SPEED : “ N = 2920 r.p.m. ”

• **Laboratory Data :**

PGS cm Hg	6.5	9	10	11	12	13.5	14	15	16	17
PGD m w	17	16	15	14	13	12	10	8	6	4
Force F gm _f	350	870	960	1040	1100	1160	1260	1320	1360	1430
\dot{h} cm/min	0	42.9	54.5	63.2	70.6	80	85.7	92.3	100	104

• **Calculated Data :**

Length of the tank $L = 73$ cm, Length of arm = 17.5 cm

Width of the tank $W = 22.5$ cm

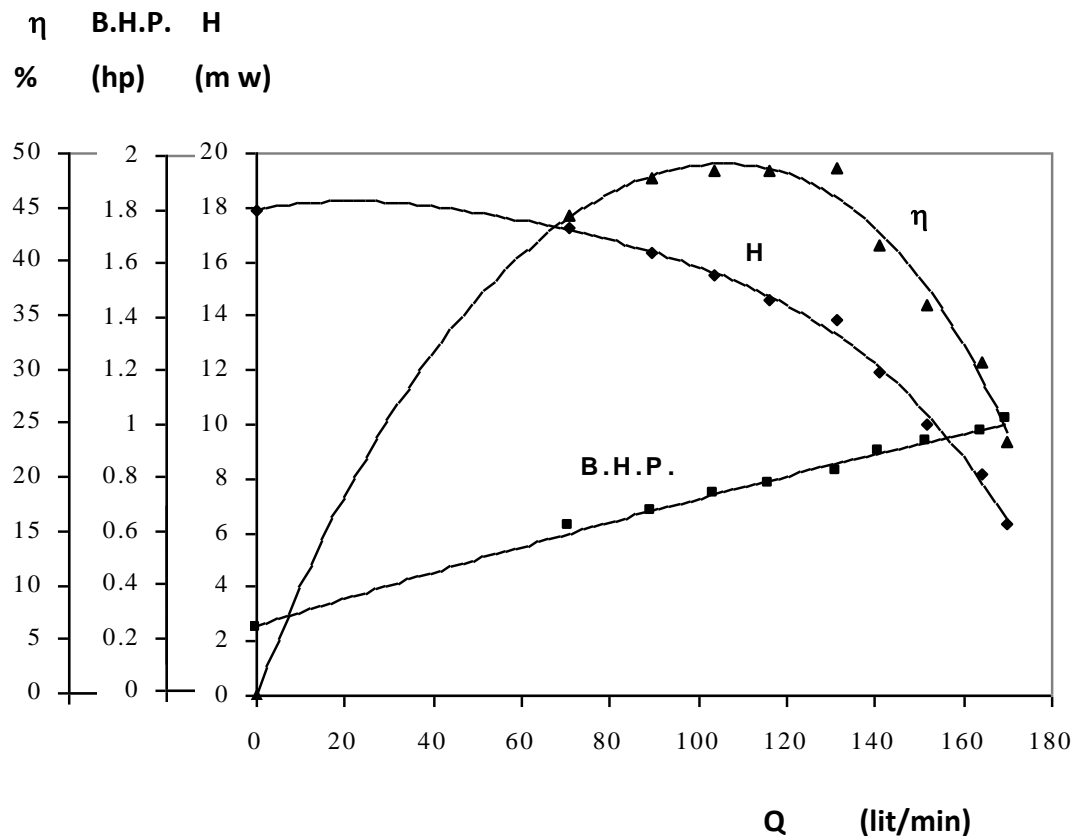
$H = \text{PGS} + \text{PGD m w}$, (1 cm Hg = 13.6/100 m w)

$$Q = \frac{LW\dot{h}}{1000} \text{ lit/min} = \frac{73 * 22.5 * \dot{h}}{1000} = 1.6425 \dot{h} \text{ lit/min}$$

$$\text{B.H.P.} = 2 \pi N * F * \text{Arm} / (1000 * 100 * 60 * 75) = 7.134 * 10^{-4} * F \text{ hp}$$

$$\eta = \gamma Q H / (75 * 60 * \text{B.H.P.}) = Q H / (4500 * \text{B.H.P.})$$

Q lit/min	0	70.5	89.5	103.8	116	131.4	140.8	151.6	164.3	170.0
H m w	17.88	17.22	16.36	15.50	14.63	13.84	11.90	10.04	8.18	6.31
B.H.P. hp	0.25	0.62	0.68	0.74	0.78	0.83	0.90	0.94	0.97	1.02
η	0	0.435	0.475	0.482	0.480	0.488	0.414	0.359	0.308	0.234



LOW SPEED : “ N = 1490 r.p.m. ”

• **Laboratory Data :**

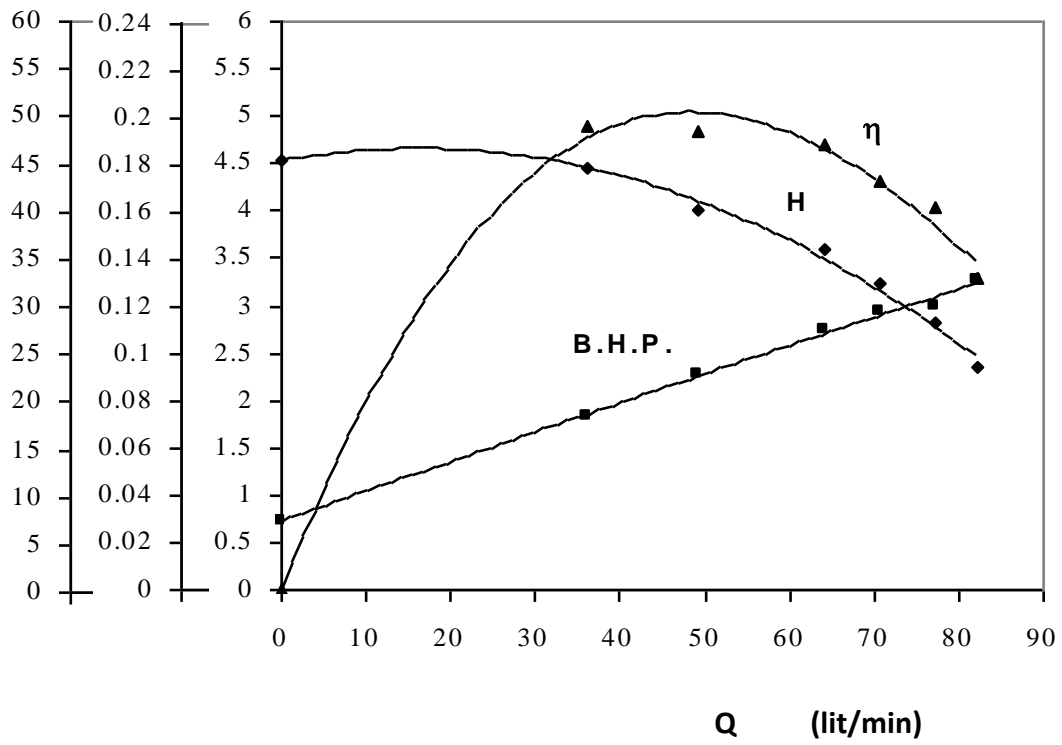
PGS cm Hg	6.2	7	7.5	8	9	9.8	10
PGD m w	3.7	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Force F gm _f	80	200	250	300	320	330	360
\dot{h} cm/min	0	22	30	39	43	47	50

• **Calculated Data :**

$$\text{B.H.P.} = 3.64075 \times 10^{-4} * F \text{ hp}$$

Q lit/min	0	36.14	49.28	64.06	70.63	77.20	82.13
H m w	4.543	4.452	4.020	3.588	3.224	2.833	2.360
B.H.P. hp	0.029	0.073	0.091	0.109	0.117	0.120	0.131
η	0	0.491	0.484	0.469	0.434	0.405	0.329

η B.H.P. H
 % (hp) (m w)



التجربة الثانية

■ بيانات عامة:

إسم التجربة:Performance of Two Centrifugal Pumps In Parallel Operation

الفرقة المقرر عليها التجربة:الرابعة.....

الفصل الدراسي:الأول.....

الأدوات المطلوبة للتجربة:

- 2 طلمبة طاردة مركزية (Centrifugal pump)
- خط أنابيب (Pipeline)
- عداد ضغط (Pressure sensor)
- جهاز قياس معدل التصريف (Flow meter)

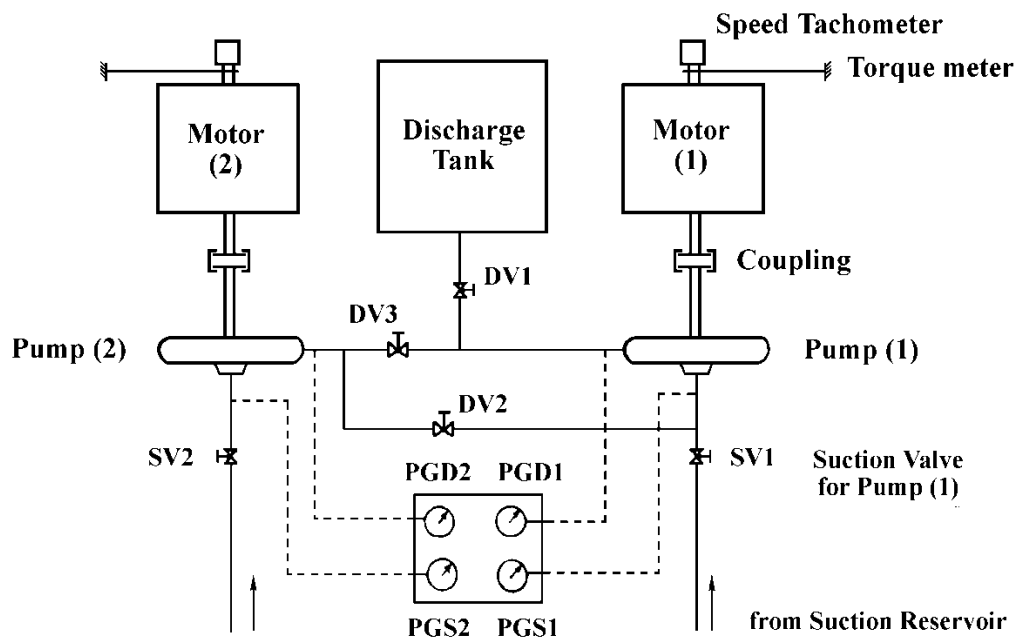
■ الأساس النظري للتجربة:

Introduction

The centrifugal pump is the most widely used type of the hydraulic machines. All engineers need to be acquainted with its operation and performance characteristics. In many installations more than one centrifugal pump are employed and operating either in parallel for high flow rates or in series for high discharge pressures.

Pump Set Description:

The test set and its measuring equipment are shown in the following figure. It contains two identical separately driven centrifugal pumps. It is arranged to run separately and also to run either in series or in parallel.

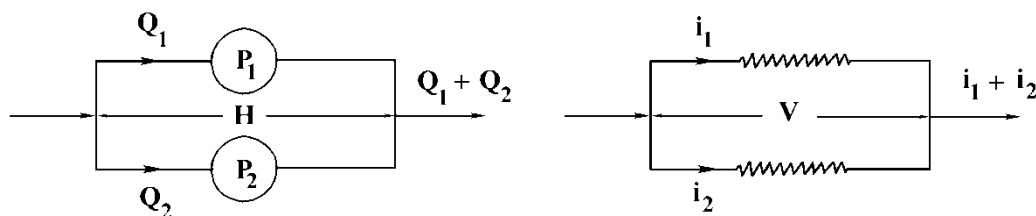


Diagrammatic representation of parallel-series pump set

Performance of Two Centrifugal Pumps

In Parallel Operation

In this test, the two pumps must create the same head. The analogy of this test is the parallel connection for two electrical resistances where $Q = i$, $H = V$ as shown in figure.



1. Set the two pumps in parallel operation by closing valve DV2, and fully opening valves SV1, SV2 and DV3.
2. Start up the two motors (after checking pump priming) until they reach the normal operating speed (N_1).
3. Make sure that the two heads created by the pumps are equal (by reading the pressure gauges).
4. Let the DV1 1/10 fully opened, and measure the discharge Q , read the manometric reading, the torque balance reading, then calculate the head, the torque, power and efficiency by the same way as in Test (1).
5. Repeat step 4 for several DV1 openings and tabulate the results as in Test (1).
6. Draw curves for the head and power against Q , and the head, power and efficiency against $Q/2$ (the performance of one pump only).

Parallel :

$N = 2920$ r.p.m.,
Length of the tank $L = 73$ cm,

Length of arm = 17.5 cm
Width of the tank $W = 22.5$ cm

\dot{h} cm/min	0	20.3	60	100	150	181.8	188
PGS*13.6/100 m w	0.599	0.816	1.088	1.36	1.909	2.09	2.176
PGD m w	17.5	16.7	16.5	15.2	10.5	8	7.5
Force F gm _f	820	890	1660	2000	2620	2780	2800

Q - H :

$$H = \text{PGS} + \text{PGD m w}, \quad Q = L.W. \dot{h} / 1000 \text{ lit/min} = 1.6425 \dot{h} \text{ lit/min}$$

• Parallel :

Q lit/min	0	33.3	98.6	164.3	246.4	298.6	308.8
H m w	18.10	17.52	17.59	16.56	12.41	10.09	9.68

• Single :

Q lit/min	0	70.5	89.5	103.8	116	131.4	140.8	151.6	164.3	169.9
H m w	17.88	17.22	16.36	15.5	14.63	13.84	11.9	10.04	8.18	6.31

Q - B.H.P. :

$$\text{B.H.P.} = 2 \pi N * F * \text{Arm} / (1000 * 100 * 60 * 75) = 7.134 * 10^{-4} * F \text{ hp}$$

• Parallel :

Q lit/min	0	33.3	98.6	164.3	246.4	298.6	308.8
B.H.P. hp	0.58	0.63	1.18	1.43	1.87	1.98	2.00

- **Single :**

Q lit/min	0	70.5	89.5	103.8	116	131.4	140.8	151.6	164.3	169.9
B.H.P. hp	0.25	0.61	0.68	0.74	0.78	0.83	0.9	0.94	0.97	1.02

Q - η :

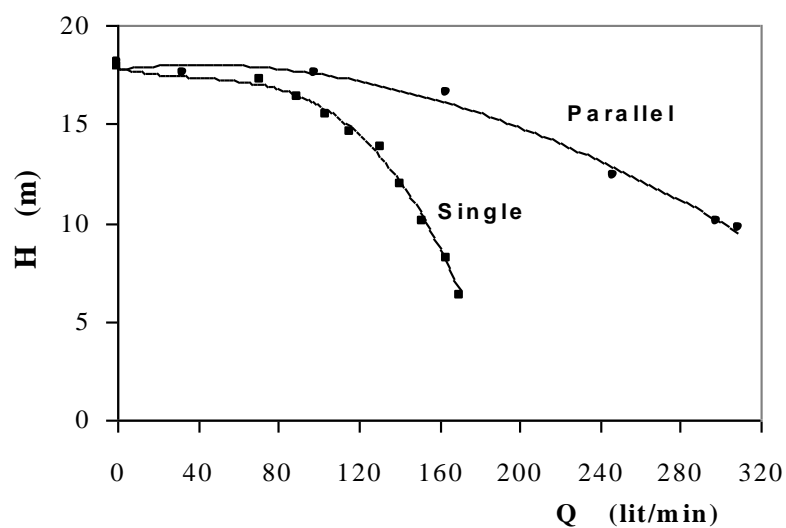
$$\eta = \gamma Q H / (75 \cdot 60 \cdot \text{B.H.P.}) = Q H / (4500 \cdot \text{B.H.P.})$$

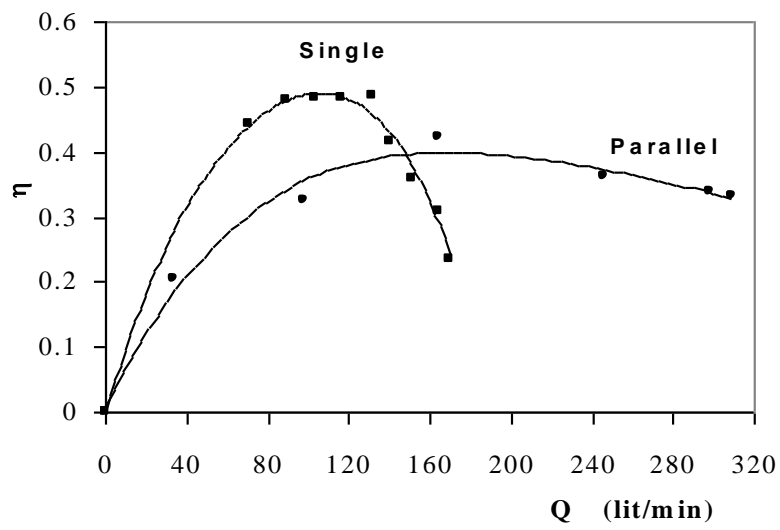
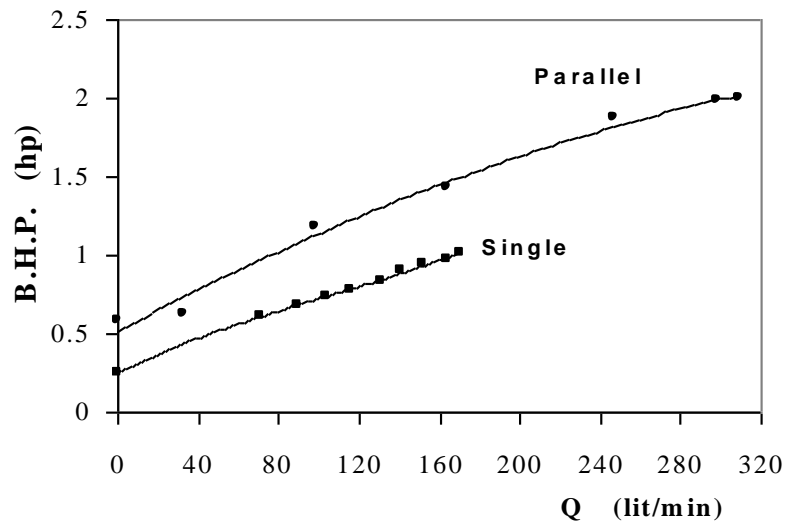
- **Parallel :**

Q lit/min	0	33.3	98.6	164.3	246.4	298.6	308.8
η	0	0.204	0.325	0.424	0.363	0.338	0.332

- **Single :**

Q lit/min	0	70.5	89.5	103.8	116	131.4	140.8	151.6	164.3	169.9
η	0	0.435	0.475	0.482	0.480	0.488	0.414	0.359	0.308	0.234





التجربة الثالثة

■ بيانات عامة:

إسم التجربة:Performance of Two Centrifugal Pumps In Series Operation

الفرقة المقرر عليها التجربة:الرابعة

الفصل الدراسي:الأول

الأدوات المطلوبة للتجربة:

- 2 طلبمة طاردة مركزية (Centrifugal pump)
- خط أنابيب (Pipeline)
- عداد ضغط (Pressure sensor)
- جهاز قياس معدل التصريف (Flow meter)

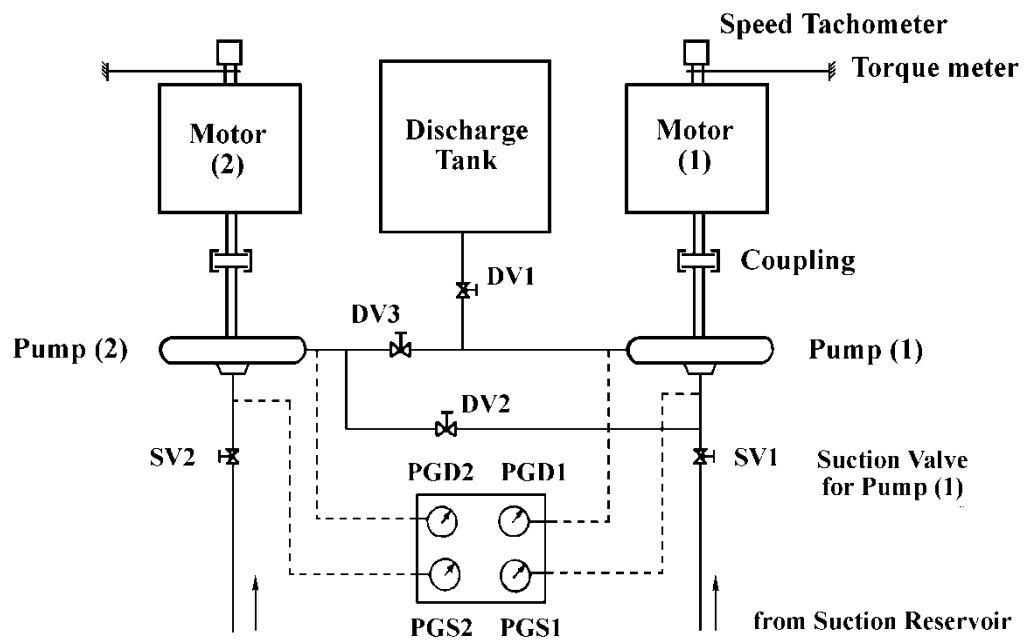
■ الأساس النظري للتجربة:

Introduction

The centrifugal pump is the most widely used type of the hydraulic machines. All engineers need to be acquainted with its operation and performance characteristics. In many installations more than one centrifugal pump are employed and operating either in parallel for high flow rates or in series for high discharge pressures.

Pump Set Description:

The test set and its measuring equipment are shown in the following figure. It contains two identical separately driven centrifugal pumps. It is arranged to run separately and also to run either in series or in parallel.

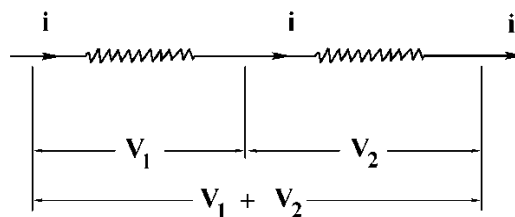
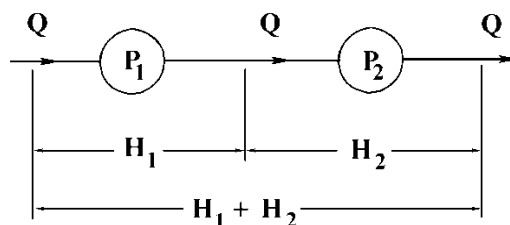


Diagrammatic representation of parallel-series pump set

Performance of Two Centrifugal Pumps

In Series Operation

In this test the electrical analogy is the series connection of two resistances as shown in figure.



- To set the two pumps in series operation, close SV1 and DV3, and open SV2 and DV2.
- Repeat steps 2, 3, 4, and 5.
- Draw curves for the head, power, and efficiency against Q .
- Draw also the Head differences for the single pump (1) against Q .

Series :

N = 2920 r.p.m.,
Length of the tank $L = 73$ cm,

Length of arm = 17.5 cm
Width of the tank $W = 22.5$ cm

\dot{h} cm/min	0	41.4	52.2	58.8	60.2	70.5	76.9	82.2	84.5	100
PGS*13.6/100 m w	0.68	1.13	1.36	1.5	1.632	1.77	1.9	2	2.18	2.45
PGD m w	34	32	30	28	24	23	22	20	16	2
Force F gmf	840	1880	2060	2220	2360	2560	2600	2700	2822	3060

Q - H :

$$H = \text{PGS} + \text{PGD m w}$$

$$Q = L.W. \dot{h} / 1000 \text{ lit/min} = 73 * 22.5 * \dot{h} / 1000 = 1.6425 \dot{h} \text{ lit/min}$$

• Series :

Q lit/min	0	68	85.74	96.58	98.88	115.8	126.3	135.0	138.8	164.3
H m w	34.68	33.13	31.36	29.5	25.63	24.77	23.9	22	18.18	4.45

• Single :

Q lit/min	0	70.5	89.5	103.8	116	131.4	140.8	151.6	164.3	170.0
H m w	17.88	17.22	16.36	15.50	14.63	13.84	11.90	10.04	8.18	6.31

Q - B.H.P. :

$$\text{B.H.P.} = 2 \pi N * F * \text{Arm} / (1000 * 100 * 60 * 75) = 7.134 * 10^{-4} * F \text{ hp}$$

- Series :

Q lit/min	0	68	85.74	96.58	98.88	115.8	126.3	135	138.8	164.3
B.H.P. hp	0.6	1.34	1.47	1.58	1.68	1.83	1.85	1.93	2.01	2.18

- Single :

Q lit/min	0	70.5	89.5	103.8	116	131.4	140.8	151.6	164.3	170.0
B.H.P. hp	0.25	0.62	0.68	0.74	0.78	0.83	0.90	0.94	0.97	1.02

Q - η :

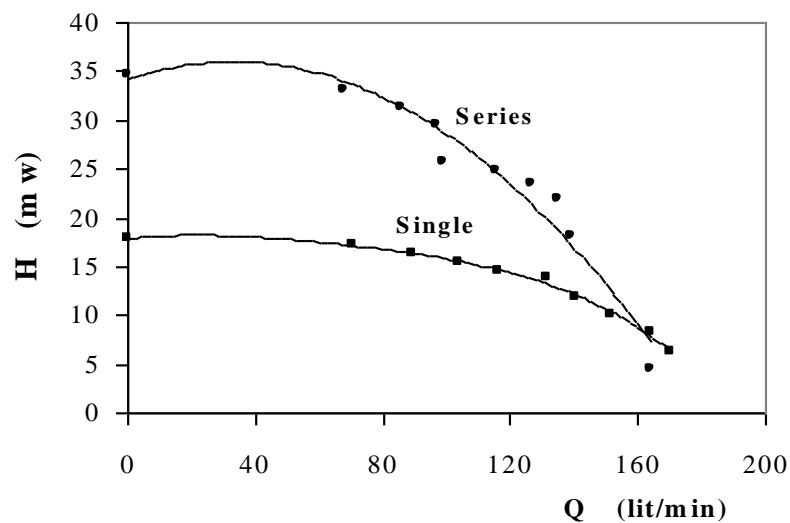
$$\eta = \gamma Q H / (75 \cdot 60 \cdot \text{B.H.P.}) = Q H / (4500 \cdot \text{B.H.P.})$$

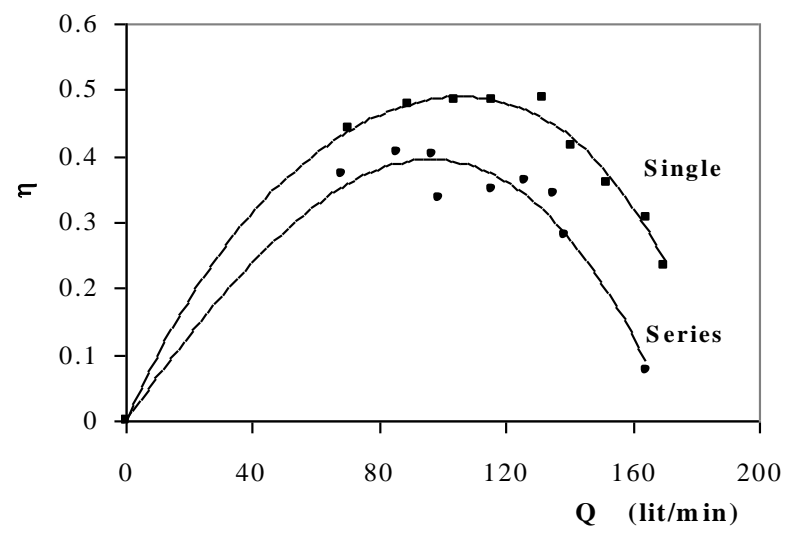
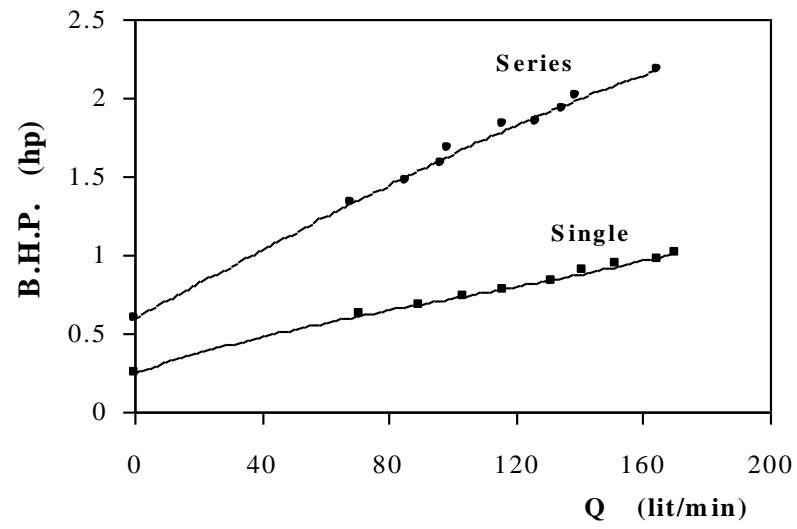
- Series :

Q lit/min	0	68	85.74	96.58	98.88	115.8	126.3	135	138.8	164.3
η	0	0.373	0.407	0.400	0.335	0.349	0.362	0.343	0.279	0.074

- Single :

Q lit/min	0	70.5	89.5	103.8	116	131.4	140.8	151.6	164.3	170.0
η	0	0.435	0.475	0.482	0.480	0.488	0.414	0.359	0.308	0.234





التجربة الرابعة

■ بيانات عامة:

إسم التجربة: Hydraulic Losses in a Water Pipeline.....

الفرقة المقرر عليها التجربة:الأولى

الفصل الدراسي:الثاني

الأدوات المطلوبة للتجربة:

- طلمبة طاردة مركزية (Centrifugal pump)
- خط أنابيب (Pipeline)
- عداد ضغط (Pressure sensor)

■ الأساس النظري للتجربة:

الاساس النظري هو أن الضغط عند طرد الطلمبة يتأثر بمع دل السريان ، حيث أنه مع زيادة معدل السريان يقل ضغط الطرد تدريجيا بينما يصل الضغط لأعلى قيمة له عند توقف السريان تماما.

■ خطوات تنفيذ التجربة:

- 1- يتم تشغيل الطلمبة مع فتح الصمام للتأكد من الوصول لحالة الاستقرار وطررد أي فقاعات هوائية بالدورة.
- 2- يتم غلق الصمام تماما ويتم أخذ قراءة كل من جهاز قياس معدل التصرف وعداد الضغط.
- 3- يتم فتح الصمام بشكل تدريجي (حوالي 20%).
- 4- يتم تكرار الخطوة رقم (2) مرة أخرى
- 5- يتم تكرار الخطوتين (3)،(4) حتى تصل نسبة فتح الصمام إلى (100%).

6- يتم رسم علاقة بين كل من معدل التصريف وقيمة الضغط فتكون هي معبرة عن منحنى أداء الطلبة.

- النتائج:
- يتم جمع النتائج في الجدول كالتالي:

Discharge (Q) [LPM]					
Pressure (P) [bar]					
Head (H) [m]					

Where,

$$H = (P \cdot 10^5) / (\rho \cdot g)$$

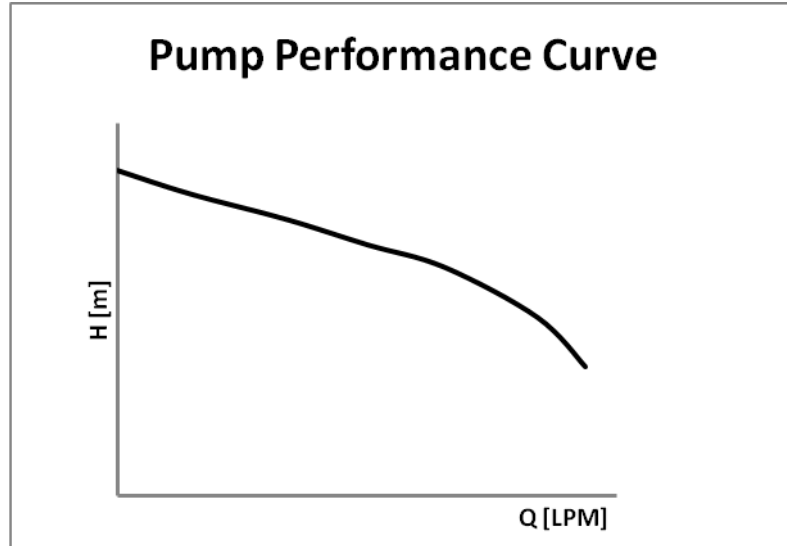
And

H= Pressure head, [m]

P= Pressure sensor reading, [bar]

ρ = Fluid density, [kg/m³]

g= Gravity acceleration, [m/s²]



■ مناقشة النتائج:

يلاحظ من شكل الرسم أن ضغط تسليم الطلمبة يصل لأعلى قيمة له عند غلق الصمام تماما و يقل مع زيادة معدل السريان.

■ أسئلة عامة:

قم بوضع معادلة توصف منحنى أداء الطلمبة على الصورة:

$$[H = a.Q^2 + b.Q + c]$$