بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة وادي النيل

كلية الهندسة والتقنية

مشروع تخرج لنيل درجة البكلوم في

الهندسة الميكانيكية

بعنوان :-

إعداد وإختبار جهاز المضخات مع إجراء التجارب

Preparation and experimental work on Centrifugal pump apparatus testing

supervisor : Assistant Professor

osama Mohammed Elmardi

suleiman Khayal

إعداد الطلاب :-

1 / التجاني بابكر محمد الحاج D97089

2 / عبد الله محمد عبد الله D97051

3 / امجد عبد الله عثمان D97050

إشراف الأستاذ:

أسامة محمد المرضى سليمان

يناير 2001 م

الفهرست

الفصول	رقم الصفحة
الافتتاحية	
الاهداء	
شكر وعرفان	
ملخص	
0-1الفصل الاول	
1-1 فكرة عامة عن المضخات ومضخات الطرد المركزي بصفة اخص	1
1-2 اختبار المضخات اهميتة وطرقة	2
1-3 توصيل المضخات على التوالى وعلى التوازى واهميتة	2
0-2 الفصل الثانى	
2-1 جهاز التجربة	3
2-2 مواصفات جهاز التجربة	4
0-3 الفصل الثالث	
3-1الصيانة	5
0-4 الفصل الرابع	
4-1 خطوات اختبار المضخات	7
4-2 قائمة الاختبارات	7
4-3 النتائج المختبرية	8
0-5 الفصل الخامس	
5-1 نماذج العمليات الحسابية	10
0-6 الفصل السادس	
6-1 تعقيبات على الجهاز	14
0-7الفصل السابع	
7-1 الخاتمة	15
الملاحق	
ملحق الرسومات التوضيحية	16
ملحق المخططات والجداول	19
المراجع	27

قال تعالى :-

﴿ قل هل يستوي الذين يعلمون

والذين لايعلمون ﴾ صدق الله العظيم

الإهداء

لله...

للوطن .....

لإنسانية الإنسان في زمن مريح ....!!!

للزملاء ... وهم نسورا تعشق الترحال

تبغى الكون حرية ...!!

لدواخلهم المترعة بالوجد والشوق

وإجترار الذكريات ..!!

للذين ...

كانوا نبراسا ... وشمسا أضاءت

ظلمات طريقنا ...

وعتمات دواخلنا ... علما ... ونورا

شكر وعرفان

• للذى سكب لنا عصارة جهده...

ومعه متعنا انفسنا بدهشة لا مثيل لها..

لك منا منتهى التحايا ..وأنبل الامنيات

وأجمل التهانى

استاذنا الجليل:

اسامة محمد المرضى سليمان

والأستاذ:

أحمد علي شاطه

للذين . . .

درجوا على إدهاشنا روعة . .وأخوة . .ووفاء . .

إلي درجة اللامنتهى . . أعزاؤنا . . .

الباحثون

ملخص (SUMMARY)

هذا البحث يشـــتمل علـــى عـــدة فصـــول تضمنت فكرة عامة عـــن مضخـــات الطـــرد المركزى واهمية اختبار ادائها ووصف عـــام لجها ز التجربة بمواصفاتـــه الفنيـــة وايضـــا عمليات الصيانة التى اجريت علـــى الجـــهاز لتكملتة واعداده قبل بـــدء الاختبـــارات علية واشتمل ايضا على قائمة من الاختبارات التـــى يمكن اجراؤها على الجهاز بالاضافة لنمـــاذج من الحسابات لبعض القراءات الماخوذة فـــى التجارب وتحليل النتـــائج والتوصيـــات لعمـــل تحسينات مستقبلية على الجهاز .

الفصل الاول

1-0 المقدمة :-

1-1 فكرة عامة عن المضخات ومضخات الطرد المركزى :-

المضخات هى عبارة عن ماكينات لزيادة ضغط المائع الذى نتعامل معه ويقتصر تعريف المضخة على تلك الماكينات التى تتعامل مع السوائل فقط مثل الماء والزيوت بينما الماكينات التى تتعامل مع الموائع الانضغاطية مثل الهواء والغازات عموما تسمى بالضواغط .

تستخدم المضخات فى عدة مجالات هندسية مثل الرى الزراعى وضخ الزيوت من مكان الى اخر مثل نقل النفط وضخ مياه الشرب فى المدن والريف وضخ المياه تحت الضغط العالى والتبريد فى ماكينات الاحتراق الداخلى .

وتنقسم المضخات الى نوعين اساسيين هما :-

1 / المضخات الديناميكية الدوارة ولها نوعين هما :-

أ- مضخات الطرد المركزى .

ب- مضخات السريان المحورى .

2 / مضخات الازاحة الموجبة ولها نوعين هما:-

أ- المضخات الترددية .

ب- مضخات الريش .

فمضخات الطرد المركزى تتكون من الاتى :-

1 / العضو الدوار :-

وهو الذى يحمل مجموعة من الريش مقوسة الى الامام وتدور فى الغلاف (المحتوى) .

2 / الغلاف (المحتوى) :-

وهو الوعاء الذى يحمل العضو الدوار وتوجد وتوجد نوعان من الاغلفة هما :-

أ- الغلاف الحلزونى :- وتزيد فية المساحة فى اتجاه المخرج وذلك يؤدى الى تقليل السرعة وزيادة الضغط وكفاءة اقل نتيجة للفقودات عند النهايات .

ب / الغلاف الداخلى التدويمى :-

وهو الذى يحتوى على الغرف الدائرية والحلزونية وهذا النوع من الغلاف ذو كفاءة عالية فى تحويل طاقة الحركة الى طاقة ضغط

وعموما تقوم المضخات بتحويل الطاقة الميكانيكية الى طاقة هيدروليكية .

1-2 اختبار المضخات اهميتة وطرقه :-

عموما فان المضخات الديناميكية الدوارة يمكن اختبارها فى واحد او اكثر من **الاختبارات التالية** :-

1/ الاختبار الروتينى : هو الذى يجرى للتاكد من ان المضخة تعمل بحالة جيدة .

2 / الاختبار المقبول :هو الذى يعطى قراءات مرضية .

3 /الاختبار الخاص : هو الذى يحدد من قبل المنتج او الشركة .

هنالك اربعة كميات اساسية يجب قياسها حتى يتم التاكد من التقويم المضبوط لاداء المضخة وهى قياس علو الضغط الذى تعمل علية المضخة ، قياس سعة المضخة بالوزن او الحجم ، قياس قدرة الدخل بواسطة الديناموميتر المتوفر فى الوحدة ، وقياس سرعة عمود المضخة باستخدام ايٍّ من عداد اللفات وساعة الايقاف او باستخدام التاكوميتر او الاجهزة الالكترونية المتوفرة فى الوحدة .

1-3 توصيل المضخات على التوازى والتوالى :-

1-3-1 التوصيل على التوالى ومزاياه :-

أ- التصرف ثابت فى كل المراحل $Q_1=Q_2=Q_3=$ Constant

ب- يستخدم عندما يراد ضغط عالى فى التصريف

ج- الارتفاع فى المضخة الواحدة = العلو الكلى المطلوب

عدد المضخات (المراحل)

1-3-2 التوصيل على التوازى ومزاياه :-

أ- يستخدم لعلو متوسط وكمية كبيرة للتصريف .

ب- التصرف فى المضخة الواحدة = التصرف الكلى

عدد المضخات (المراحل)

2-0 الفصل الثانى

2-1 جهاز التجربة :-

الجهاز الموضح فى (ملحق شكل رقم (1) ص(16)) تم تصنيعة بواسطة شركة PLINT وشركاؤها المحدودة التى هى رائدة فى تصنيع الاجهزة العلمية المستخدمة فى تدريس الهندسة . اطقم الاختبارات هذه تم تصميمها كوحدات مبسطة لتسمح بدراسة خصائص مضخات الطرد المركزى .

الوحدة ذات المرحلتين تتكون من مضختين متطابقتين يمكن تشغيلهما اما على التوالى او على التوازى ، وبالتالى السماح بدراسة مضخة متعددة المراحل ، المضخة التى تشكل اساس للطقمين الاثنين هى ذات تصميم مبسط وتتكون من عجلة (ريشة) (IMPELLER) موضحة فى (ملحق شكل رقم 2 ص(17)) لديها ريش مقوسة الى الامام وتعطى اقصى ضغوط تصريف على حساب فقد معين للكفاءة .

وكل مضخة تتم ادارتها بواسطة موتور دينامومتير D C متغير السرعة يُحمل على محامل محور ارتكاز ويتم تزويده بميزان زمبركى لقياس العزم وعداد لقياس السرعة ، ويتم حمل اطقم المضختين على ترولى يحمل مستودع المياه ، ويتم سحب الماء خلال صمام رداخ (FOOT VALVE) ومصفاه ويتم اخذ تصريف المضخة خلال مقياس فنشورى الى المستودع مرة اخرى .

هنالك صمام على جانب التصريف وهنالك صمام على جانب السحب يتم تركيبهما بغرض التحكم فى ضغوط السحب والتصريف ، ويتم بيان الضغوط بواسطة مقاييس محملة بالياياات . هنالك صمام باتجاهين يتم تركيبه على جانب التصريف لمضخة المرحلة الاولى الذى يمكن بواسطته توجيه تصريف المضخة الى مضخة المرحلة الثانية ، وبالتالى فان هذا الصمام يسمح للمضختين ان تكونا اما فى ترتيبة التوالى او التوازى .

كمية الانسياب يتم قياسها بواسطة مقياس فنشورى من بيرسكس شفاف .

2-2 مواصفات جهاز التجربة :-

يتالف الجهاز من :-

2-2-1 /زوج متماثل من مضخات الطرد المركزى بالخصائص التصميمية الاتية :-

التصريف (Q) = 1. 5 lit / sec

السمت (H) = 8 m

السرعة التصميميه (N) = 3000 rev / min

2-2-2 / زوج متماثل من المحركات الكهربائية الاتية :-

أ-التيار :- امداد تيار مباشر Dc

ب- القدرة p :- 75 kw

ج- السرعة القصوى = 3000 rev / min

د- التحكم :- نظام الكترونى .

ه- التقييد :- حر مع الشد بميزان زنبركى لقياس القوة .

و- قياس السرعة :- تاكوميتر الكترونى (رقمى) مثبت على لوحة التحكم .

2-2-3 / النظام الهيدوليكى يتالف من :-

أ- حوض سحب

ب-زوج صمام رداخ لحوض السحب والطرد على المضختين .

ج- صمامى تحكم على جهة السحب فىالمضختين .

د- صمام تحكم سمت التفريغ على خط التفريغ المشترك

ه - اجهزة ضغط (ساعة) لقياس ضغطى السحب والطرد لكل مضخة .

ى- صمام تبديل (2 WAY VALVE) : حسب وضع التشغيل المطلوب

(توالى - توازى) .

و- جهاز فنشوريميتر :- موضح فى (ملحق شكل رقم (3) ص(18)) ويستخدم لقياس الانسياب ويتالف من ممر متقارب متباعد مجهز بمآخذ للضغط عند المدخل والعنق . فرق الضغط بين المدخل والعنق يتم بيانه بواسطة مانوميتر زئبقي فى شكل حرف U ملحق بالجهاز .

3-0 الفصل الثالث

3-1 الصيانة :-

الصيانة التى تمت للجهاز يمكن تلخيصها فيما يلى :-

3-1-1 تم تثبيت احدى ساعات الضغط التى كانت غير موجودة على الجهاز .

3-1-2 تم تنظيف المانومتر واتمام مستوى الزئبق بحيث يعطى القراءات المطلوبة فى التجربة .

3-1-3 تم عمل حوض من الصاج (1/16 بوصة) وتم لحامه بصباع 12 ليسع 60 لتر ذو قاعدة مستطيلة ((67 cm * 47 cm)) وارتفاع 47 cm .

3-1-4 تم عمل وش جديد لمضخة المرحلة الثانية حتى يتم تفادى سحب الهواء اثناء التشغيل .

3-1-5 تم عمل رداخ بقطر 37.65 mm بوزن 39 جرام وتم ملأه بالعسل وتم غلقه باللحام البارد وقد راعينا مطابقته للرداخ الاصلى فى القطروالوزن .

3-1-6 تم عمل جلبة تربط بين مضخة المرحلة الثانية وماسورة السحب لمضخة المرحلة الثانية بالمواصفات التالية :-

اتضح ان المضخة مقلوظة قلووظ يمين بقطر ½ 1 بوصة

((11 سنة فى البوصة))ولقد قمنا بقلوظة الماسورة قلوظ داخلى بقطر 1 بوصة ((14 سنة فى البوصة)) سنة ناعة لمنع التسرب .

3-1-7 لقد تم تصليح صمام التوالى والتوازى كالاتى :-

تم تسخين مسمار من الفولاذ المطاوع بطول 5 cm وقطر 7 mm وتم كبسه داخل قطعة الفايبر وتم تبريده تبريد مفاجئ وتم عمل خابور لكى تدور قطعة الفايبر مع المسمار وتم عمل سيلة لمنع التسرب نتيجة لارتفاع ضغط المياه عند الصمام وتم تحديد وضع التوالى والتوازى .

3-1-8 تم عمل مسمار لكل ميزان زنبركى لان المسمار الموجود سابقا لا يسمح بقراءة اكثر من 2.2N وذلك لان حركته مقيدة فى دائرة قطرها 22mm وهو يحتاج لميزان له تدريج عالى مثل 1Cm ≡ 5N ولكن الميزان الزنبركى الموجدود له تدريج 1 cm ≡1N ولذلك تم تغيير المسمار حتى يُمسح له

بالحركة لمسافة كبيرة ومهمة المسمار هى انه يربط ذراع لمحرك الكهربى بـــالميزان الزنبركى .

4-0 الفصل الرابع
الاختبارات

4 –1 خطوات اختبار المضخات :-

يجب قياس اربعة كميات لتقييم اداء المضخة ، هى العلو والانسياب وقدرة الدخل والسرعة .

الخطوات التى يجب اتباعها لاخذ نقطة اختبار مفردة تكون كالاتى :-

4-1-1 يتم تشغيل المضخه او المضخات لثوانى قليله قبل اخذ اى قراءات وهذا لضمان حالات مستقره ، وهذا يجب اتباعه كل مره عند اخذ قراءه مفرده .

4-1-2 يتم تسجيل ضغوط السحب ولتصريف .

4-1-3 يتم قراءه العزم على الموتور بعد ضبط مستوى الميزان الزنبركى (عند تطابق نقطة ذراع العزم مع المؤشر الثابت) .

4-1-4 يتم تسجيل سرعة المضخة كما مبين بالعداد الالكترونى .

4-1-5 يتم قراءه المانوميتر لقياس التصريف .

4-2 قائمة الاختبارات التى يمكن اجراؤها هى :-

A / اداء المضخة الاولى المفردة عند السرعة القصوى 3000 rev / min وعند سرعة متوسطة مقدرها 2000 rev / min

B /اداء المضختان على التوالى والتوازى عند سرعة قصوى 3000 rev / min

C / اداء الخصائص اللابعدية للمضخة المفردة الاولى :-

فى هذا الاختبار يجب ان يُحفظ ضغط السحب ثابتا فى المقدار ، ويتم اخذ القراءات عند ضغوط طرد (تصريف) مختلفة ويتم اجراء الاختبار عند مدى سرعات مختلفة وبالتالى يمكن الحصول على منحّيات مميزة .

D / تاثير ضغط السحب المتغير على اداء المضخة :-

هذا الاختبار يتم اجراؤه على مضخة المرحلة الاولى المفردة عند السرعة القصوى . فى بداية الاختبار يكون صمام السحب مفتوح تماما بعدها يتم زيادة ضغط السحب تدريجيا بغلق صمام السحب بينما يتم ضبط صمام التصريف بحيث ان فرق ضغط السحب وضغط التصريف يبقى ثابت المقدار .

4-3 النتائج المختبرية :-

الاختبارات الاربعة المختلفة التى يتم اجراؤها يمكن ترتيبها كالاتى :-

4-3-1 اختبار الاداء A .

4-3-2 اختبار الاداء B .

4-3-3 اختبار الاداء C .

4-3-4 اختبار الاداء D .

تعطى هذه الاختبارات اختبارًات الاداء الهامة الرئيسية التى يمكن اجراؤها لدراسة خصائص المضخات ويمكن اختبار كل مضخة على انفراد او باتحاد على التوالى او التوازى .

بما ان المضختان متطابقتان فى البنية ، فان اختبار الاداء (A) سيكون الرئيسى فى الدراسة . هذا الاختبار يتم اجراؤه على مضخة المرحلة الاولى المفردة عند السرعة القصوى 3000 rev /min وعند سرعة متوسطة مقدارها 2000 rev/ min والمخططات التى تم الحصول عليها (ملحق مخطط (A) صفحة (20)) تكون مشابهة لنتائج المُصنِّع . من المخطط عند السرعة القصوى تعطى النقطة الاتية :-

الكفاءه القصوى = 47%

سمت التشغيل الكلى = 105 KN / m^2 = 10.7 m

معدل الانسياب = 1.2 L/ Sec

استهلاك القدرة = 270 Watts

عندما يتم تخفيض السرعة الى 2000 rev /min فان الانسياب والعلو سينخفضان الى نصف القيمة، بينما ستنخفض القدرة المستهلكة بصورة كبيرة وتزيد الكفاءة.

اختبار الاداء (B) يتبع الحقيقة المؤسسة ان ترتيبة التوازى تعطى معدل انسياب عالى عند علو منخفض نسبيا مساو تقريبا للعلو الذى يتم انجازة بمضخه مفردة . بينما ترتيبه التوالى تعطى العلو الاعلى على حساب معدل الانسياب . (ملحقه مخطط B، ص 22) .

اما اختبار الخصائص اللابعدية (C) فيتم اجراؤه على مضخة المرحلة الاولى المفردة ، بالتخفيض التدريجى للسرعة بينما بتثبيت ضغط السحب عند قيمة ثابتة وذلك لان له اثر عميق فى الاداء ، (ملحق مخطط (C) صفحة (24)) فالنتائج المختبريه توضح انه كلما انخفضت السرعه فان معدل الانسياب ومعامل القدرة ينخفضان بينما معامل العلو يزداد ، بالتالى فان النتائج والمنحنيات تتبع التحليل النظرى .

اما اختبار الاداء (D) فإن هذا الاختبار يتضح انه كلما زاد ضغط السحب بالغلق التدريجى لصمام السحب فان معدل الانسياب ينخفض (ملحق مخطط (D) ص26) .

5-0 الفصل الخامس

نماذج العمليات الحسابية

5-1 اختبار الاداء (A) :-

القراءات الماخوذه من الجهاز عند سرعة 2000 rev /min :-

Ps = 0.14 bar , Pd = 0.14 bar , N =2.9 N , H = 37 mm Hg

$Q = 0.2 \sqrt{h} = 0.2 \sqrt{37} = 1.2.2$ Liter /sec

$\text{In put power} = \frac{F*N}{K}$

حيث :-

F≡ القوة على الميزان النبركى

N ≡ (revlmin) سرعة الدوران

K ≡ (53.35) ثابت الدينا ميتر

$\text{In put power} = \frac{29 * 2000}{53.35} = 109$ Watts

H.P = القدرة الهدروليكية

$H.P = Q\,P = 1.22 * 10^{-3} * 28 * 10^{3} = 34$ Watts

$P = Ps + Pd = 0.14 + 0.14 = 0.2\ 8 * 100 = 28$ KN / m^2

$\text{Eff} = \frac{\text{out put power}}{\text{In put power}} = \frac{34}{109} = 31\%$

القراءات الماخوزة عند سرعة 3000 rev / min :-

Ps = 0.24 bar , Pd = 0.36 bar , h = 77 mm Hg

Total Head = Ps + Pd = (0.24+ 0.36) * 100 = 60 KN /m^2

$Q = 0.2 \sqrt{77} = 1.75$ liter /sec

$\text{In put} = \frac{F * N}{K} = \frac{6.2 * 3000}{53.35} = 349$ Watts

Hydraulic Power = $QP = 1.755 * 10^{-3} * 60 * 1000 = 102$ Watts

Efficiency = $\frac{Pout}{Pin} = \frac{105}{349} = 30\ \%$

5-2 اختبار الاداء (B) :-

5-2-1 فى حالة التوازى :-

H = 225 mm N = 3000 rev / min

$Q = 0.2 \sqrt{225} = 3$ Liter / Sec

لمضخة المرحلة الأولى :-

Ps = 0.17 bar Pd = 0.84 bar F = 5 . 2 N

Input power = $\frac{F * N}{K} = \frac{5.2 * 3000}{53.35}$ = 292 .41 Watts

Total Head = (0.17 +0.84) * 100 = 101 KN / m^2

لمضخة المرحلة الثانية :-

Ps = 0.18 bar Pd = 0.82 bar F= 5 .2N

Input power = $\frac{5.2 * 3000}{53 .35}$ = 309 .3 Watts

Total head = (0.18 +0.82) * 100 = 100 KN / m^2

Total mean head = $\frac{100 + 101}{2}$ = 100.5 KN / m^2

Total input power = 292 .41 +309.3 = 601.69 Watts

H.P = PtmQ

حيث :

Ptm ≡ متوسط الضغط الكلى (KN/m^2)

Pt_1 ≡ حاصل جمع منقطى لسحب والطرد للعنة الأولى

Pt_2 ≡ حاصل جمع منقطى لسحب والطرد للعنة الثانية

$Pt1 = Pd1 + Ps1 = 101\ KN/m^2$

$Pt2 = Pd2 + Ps2 = 100\ KN/m^2$

Ptm = $\frac{Pt1 + Pt2}{2} = \frac{101 + 100}{2}$ = 100.5 KN/m^2

H.P = 100.5 *3 = 301.5 Watts

Eff = $\frac{301.5}{601.69}$ = 50.1 %

فى حالة التوالى :-

H = 130 mmHg , Q = 0.2 $\sqrt{130}$ = 2.28 Liter /sec

لمضخة المرحلة الاولى :-

Ps1 = 0.29 bar F= 6.7 N N= 3000 rev /min

Input power = $\frac{6.7 * 3000}{53.35}$ = 376.76 Watts

لمضخة المرحلة الثانية :-

Pd2 = 0.5 bar F=7.1 N N= 3000 rev/ min

Input power = $\frac{7.1 * 3000}{53.35}$ = 399.25 Watts

Total head = ($Ps_1 + Pd_2$) * 100 = (0.5 + 0.29) * 100 = 79 KN /m^2

Total Input power = 376.76+ 399 .25 = 776 Watts

H.P = ($Pd_2 + Ps_1$) *Q = (0.5 + 0.29) *100 *2.28 = 180.12 Watts

Efficiency = $\frac{180 .12}{776}$ = 23.2 %

5.3 اختبار الاداء رقم (c) :-

القراءات الماخوذة عند سرعة 2800 rpm :-

$$N = 2800 * \frac{2\,\Pi}{60} = 293 \text{ rad /sec}$$

Ps = 0.23 bar , Pd = 0.33 bar , H = 83 mmHg , F = 5.5 N

Total head = Ps +Pd = (0.33 + 0.23) *100 = 56 KN/m^2

Q = 0.2 $\sqrt{83}$ = 1.82 Liter /Sec

$$\text{Input power} = \frac{2800 * 5.5}{53.35} = 289 \text{ Watts}$$

معامل التصريف :-

Flow Coefficient $\equiv Q$

$$Q = \frac{V * 10^{-3}}{ND^3} = \frac{1.82 * 10^{-3}}{293 * (0.1004)^3} = 6.13 * 10^{-3}$$

N= 293 rad / Sec

(D) = 0.1004m

قطر العجلة

رقم رينولدز :-

Reynods Number $\equiv$ Re

$$Re = \frac{\rho N D^2}{\mu}$$

$\mu = 1002 * 10^{-6}$ kg / m.s

$\rho = 1000$ kg / m^3 N= 293 rad /Sec

$$Re = \frac{1000 * 293 * (0.1004)^2}{1002 * 10^{-6}} = 29.5 * 10^5$$

معامل السمت :-

$$\text{Head Coefficient} = \frac{(P2+P1) * 1000}{N^2 D^2 \rho}$$

$$= \frac{56 * 1000}{1000 * 293^2 * 0.1004^2} = 64 * 10^{-3}$$

معامل القدرة :-

Power Coefficient $\equiv \Pi$

$$\Pi = \frac{W1}{N^3 D^5 \rho} = \frac{289}{1000 * 298^3 * 0.1004^5} = 1.13*10^{-3}$$

5-4 اختبار الأداء (D) :-

القراءات المأخوذة عند سرعة قصوى 3000 rpm :-

Ps = 0.24 bar , Pd = 0.36 bar

Pd – Ps = 0.36 – 0.24 = 0.12 bar

Total Head = Ps +Pd = 0.36 +0.24 = 60 KN / m^2

F= 6.2 N , h = 77 mm Hg

Q= 0.2$\sqrt{77}$ = 1.755 Lit /Sec

Input power = $\frac{3000 * 6.2}{53.35}$ = 348.6 Watts

Hydraulic power = (Ps + Pd)* Q = 1.755*60 = 105.3 Watts

Efficiency = $\frac{105.3}{348.6}$ = 30.2%

تعقيبات على الجهاز :-

6-1 صنابير الضغط تبعد حوالى 8 cm من فلنشات المضخات

6-2 هنالك ماسورة مستقيمة طولها حوالى 50 cm قبل الفنشورى واخرى طولها 20 cm بعد الفنشورى .

6-3 اذا تطلب الامر اجراء تنفيس للمضخة يمكن اجراء ذلك بالفتحة المعدة لذلك على مضخة المرحلة الاولى .

6-4 صمامات الشبكة لينيه جدا ، ويجب ان يكون الطالب حذرا فى تشغيلها خاصة عند فتح او غلق الصمامات بالكامل .

7-0 الفصل السابع

الخاتمة :-

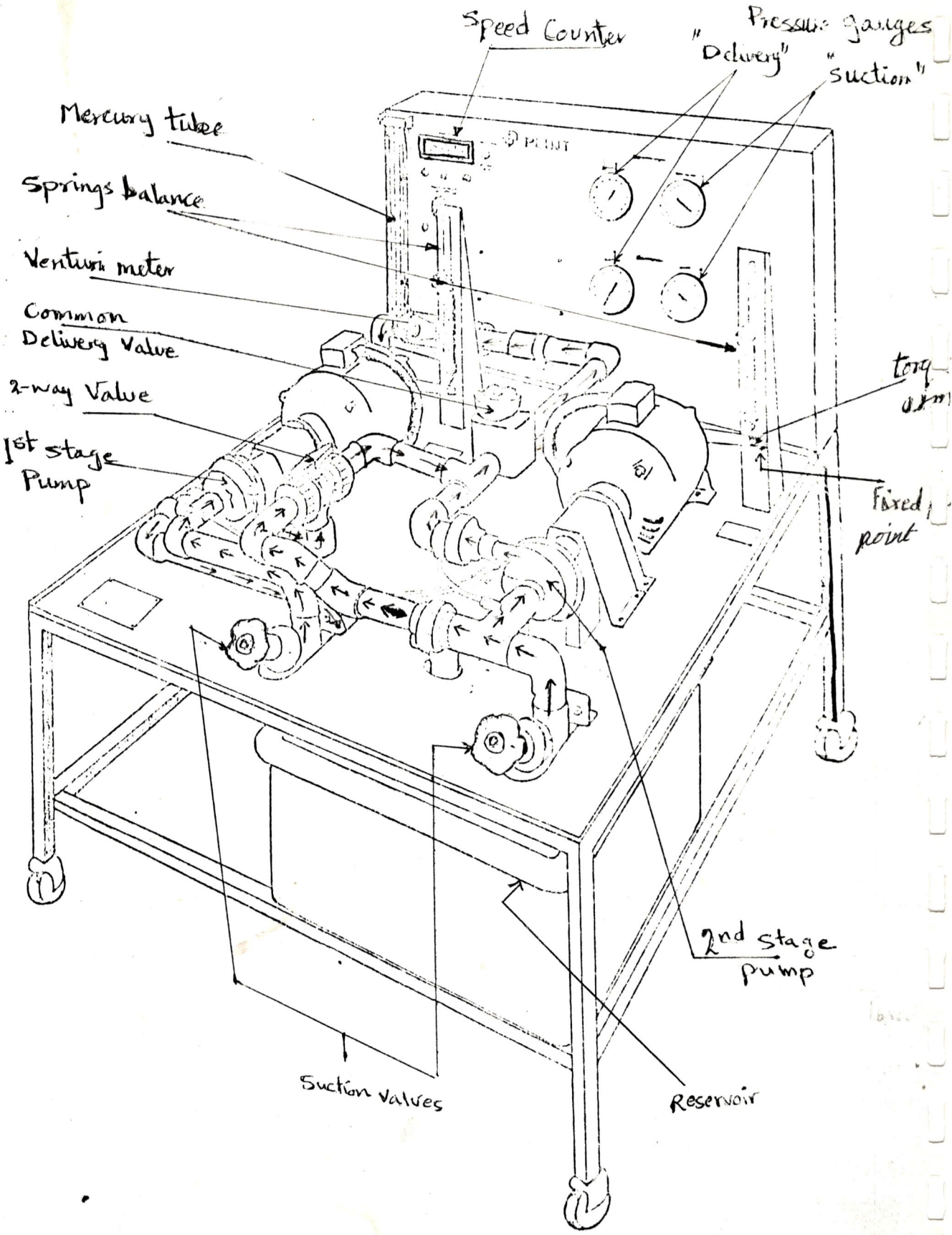
7-1النتائج التى تم الحصول عليها لجميع الاختبارات المختلفة هى مقنعه جداً ومطابقة للتى يتم امدادها بواسطة المنتج .

7-2 اختبار معايرة الفنشورى لم يتم تنفيذه نتيجة للصعوبات التى تنشأ من تنفيذه ، فبالتالى فان حساب جميع معدلات الانسياب لاختبارات الاداء يتم تنفيذها باستخدام قيمة ثابتة للفنشورى وهى 0.2 التى تم اعطاؤها بواسطة المنتج .

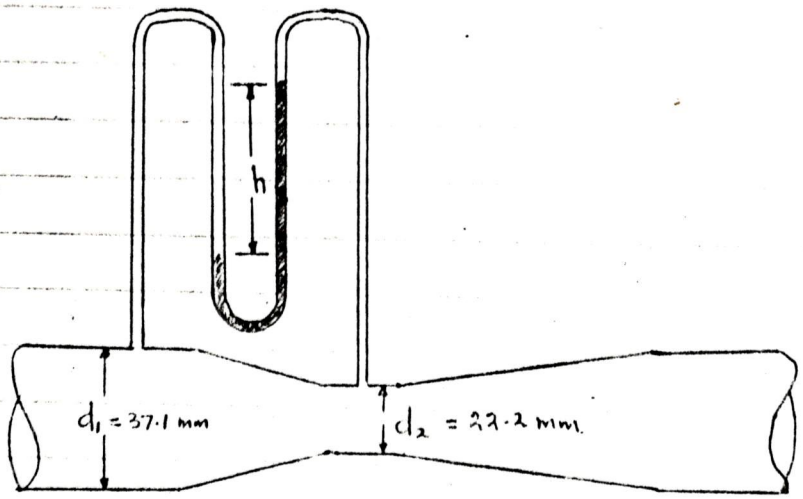
7-3 تاكد من وجود الماء وسلامة الاجهزة والتوصيلات والامداد الكهربى قبل تشغيل الجهاز .

7-4 فى وضع التوالى يتم السحب من خلال صمام المرحلة الاولى فقط .

7-5 فى وضع التوازى يتم السحب فى كل مضخة على حدة .



Figure(I)Two Stage Centrifugal Pump Test Set.



شکل نمبر (3)

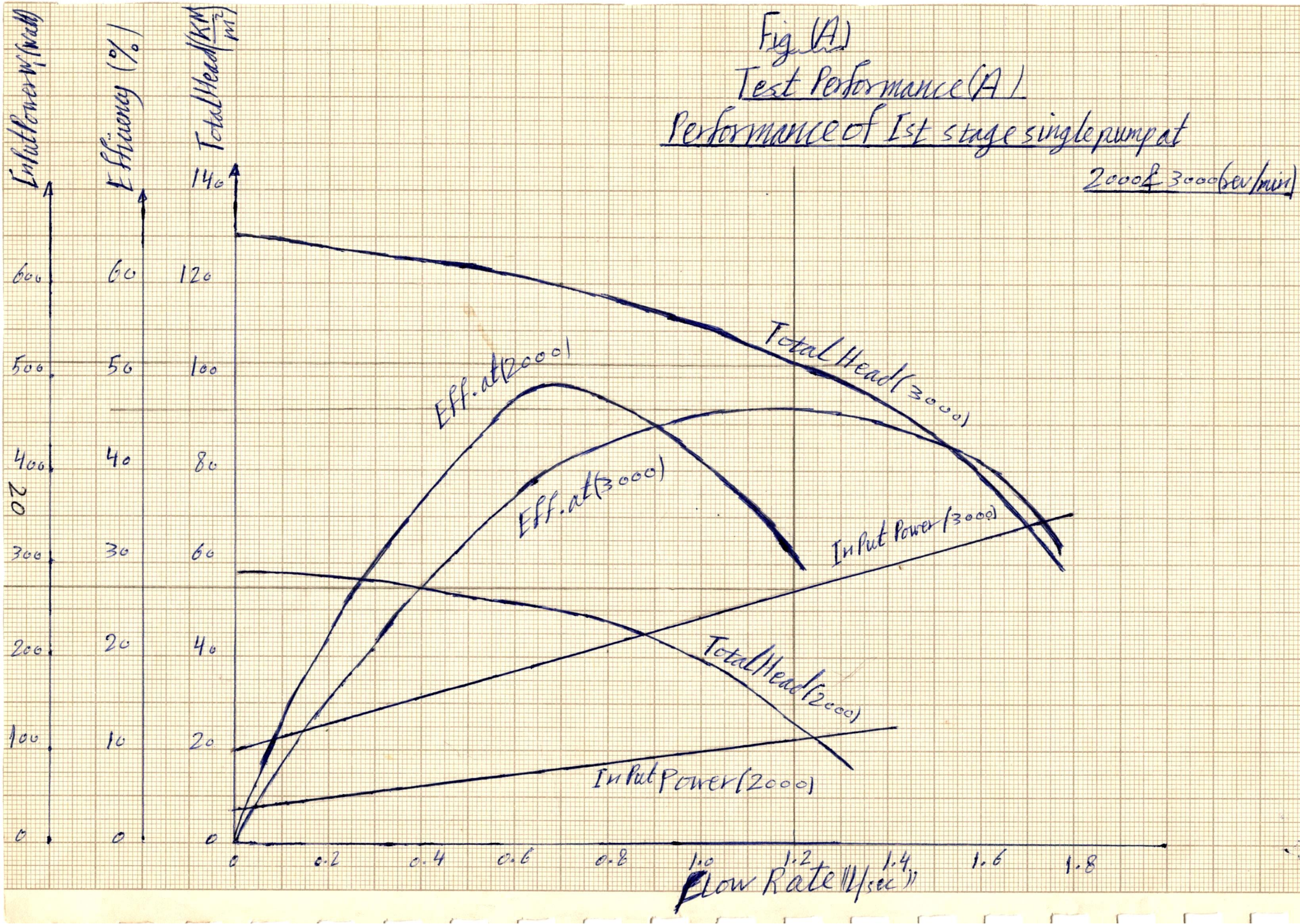
Test Performance (A)

No	Suction P_1 (bar)	Delivery P_2 (bar)	Total P_2+P_1 (KN)/m^2	Spring Load F (N)	Speed N rev/min	H (mmHg)	Q liter/sec	Input Power W1 (Watt)	Hydraulic Power W2 (Watt)	Overall Efficiency (%)
1	0.14	0.14	28	2.9	2000	37	1.22	109	33	30
2	0.16	0.16	32	2.8		32	1.13	105	36	34
3	0.18	0.18	36	2.7		28	1.06	101	38	38
4	0.20	0.20	40	2.6		24	0.98	98	39	40
5	0.24	0.24	48	2.1		16	0.80	79	38	49
6	0.26	0.26	52	1.9		10	0.63	71	33	46
1	0.24	0.36	60	6.2	3000	77	1.755	349	105	30
2	0.26	0.38	64	6.1		74	1.72	343	110	32
3	0.28	0.40	68	6.0		73	1.71	337	116	35
4	0.32	0.44	76	5.9		67	1.64	332	125	38
5	0.36	0.48	84	5.6		59	1.54	315	129	41
6	0.40	0.52	92	5.4		52	1.44	304	132	44
7	0.46	0.58	104	4.9		38	1.233	276	128	47
8	0.50	0.62	112	4.4		27	1.04	247	117	48

Fig. (A)

Test Performance (A)

Performance of 1st stage single pump at 2000 & 3000 (rev/min)



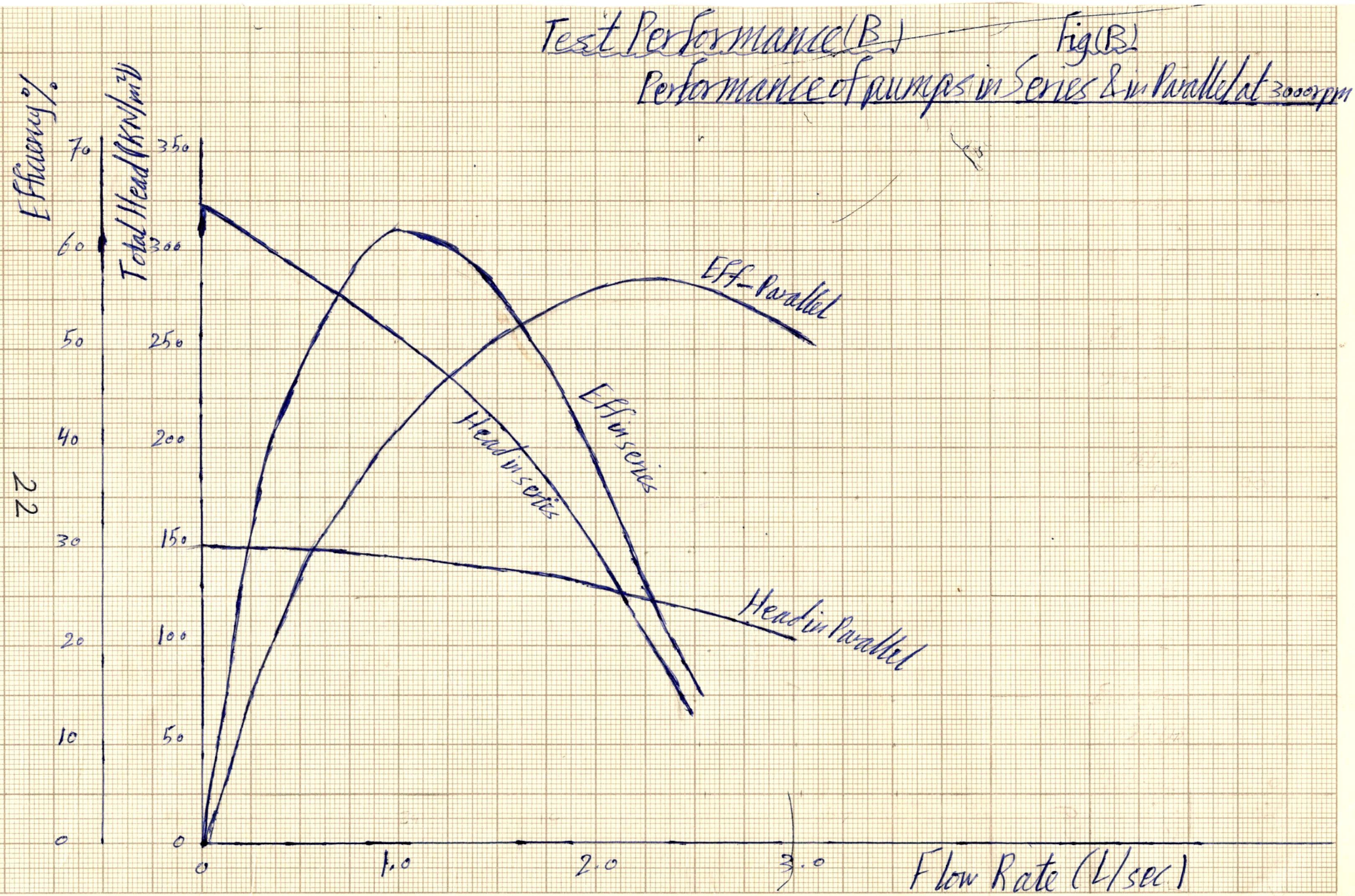
TEST PERFORMANCE (B)

No	Iststage						2nd stage						Venturi Flow							
	Input Power w_1(watt)	Speed N rpm	Load F (N)	Ps bar	Pd bar	Total head Pd+Ps KN/m^2	Speed N rpm	Load F (N)	Ps bar	Pd bar	Total head Ps+Pd KN/m^2	Input power w_1(watt)	H mmHg	Q L/s	Q L/hour	Total Head (KN/m^2)	Total input power w_1 watt	Hydraulic power w_2 watt	Efficiency %	
1	292.4	3000	5.2	0.17	0.84	101	3000	5.5	0.18	0.82	100	309	225	3.0	10800	100	601.69	301.5	50.1	في حالة التوازي
2	269.9		4.8	0.15	0.935	108.5		5.3	0.16	0.95	111	298	190	2.76	9936	109.75	567.94	302.91	53.3	
3	253		4.5	0.13	1.03	116		4.9	0.14	1.06	120	275	147	2.43	8730	118.00	528.58	286.15	54.1	
4	230		4.1	0.11	1.13	124		4.75	0.11	1.18	129	267	110	2.09	7551	126.5	497.65	265.4	53.3	
5	185.6		3.3	0.09	1.21	130		4.0	0.1	1.205	130.5	224	67	1.64	5893	130.25	410.49	213.22	51.9	
6	149.1		2.65	0.07	1.3	173		3.2	0.07	1.30	137	179	24	0.979	3527	137.0	328.95	134.12	40.8	
1	376	3000	6.7	0.29			3000	7.1		0.05	79	399	130	2.28	8209	79	776.01	180.12	23.2	في حالة التوالي
2	365.5		6.5	0.27				6.7		0.70	97	376	118	2.17	7821	97	742.27	210.78	28.4	
3	348.6		6.2	0.22				6.5		1.00	122	365	104	2.04	7343	122	714.15	248.76	34.8	
4	326.2		5.8	0.20				6.2		1.47	167	348	84	1.83	6599	167	674.15	306.11	45.4	
5	292		5.2	0.17				5.9		1.75	192	331	70	1.67	6024	192	624.18	321.22	51.5	
6	269		4.8	0.14				5.5		2.00	214	309	55	1.48	5340	214	579.4	317.36	54.8	

Test Performance (B)

Fig (B)

Performance of pumps in Series & in Parallel at 3000 rpm



ρ = 1000 Kg/m3

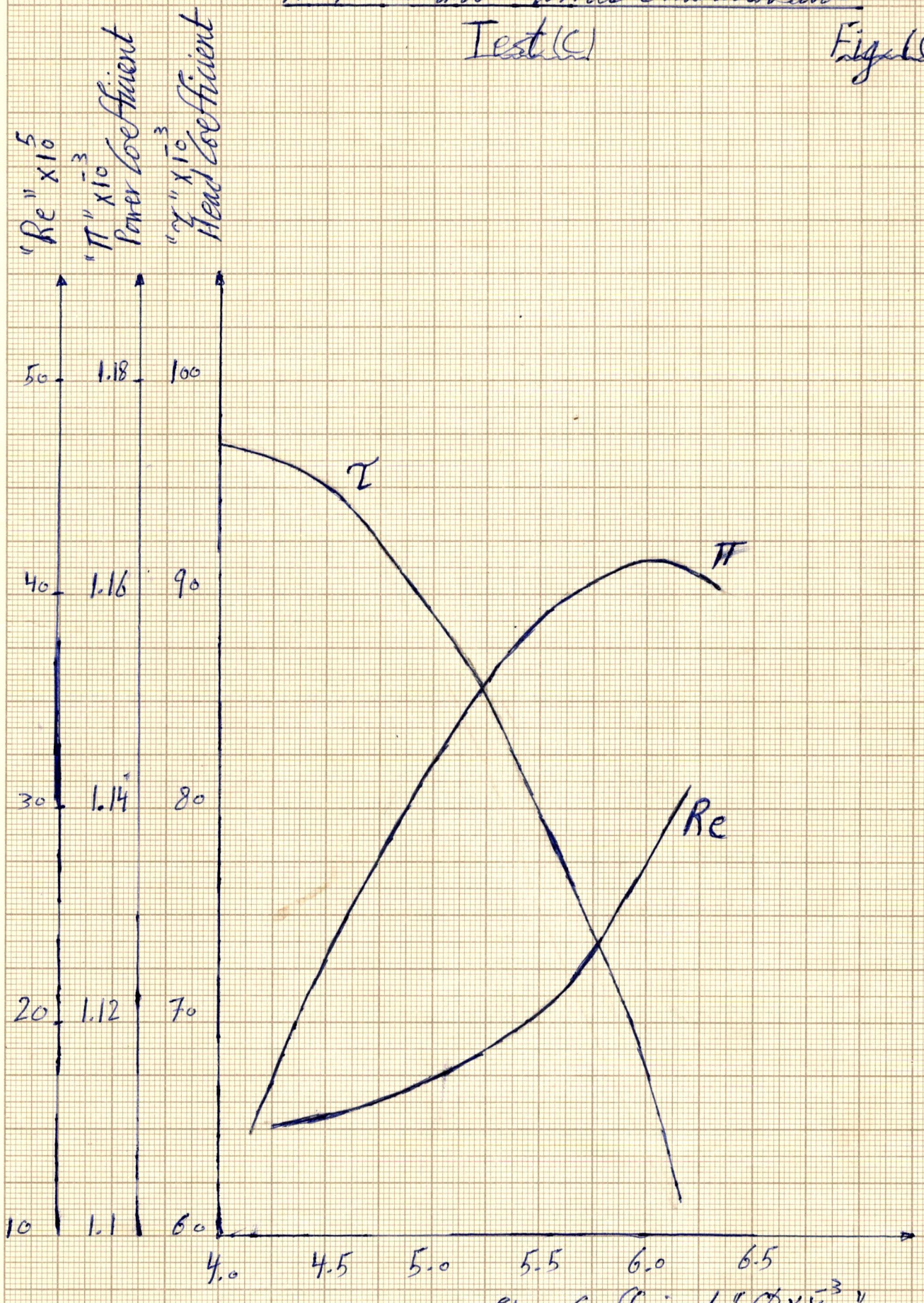
μ = $1002*10^{-6}$ $\frac{Kg}{m.s}$

Test No (C)
Non-Dimensional Characteristics

No	Speed N (R.P.m)	Speed N(Rad/sec)	Suction P_1(bar)	Delivery P_2 (bar)	Head h (mmHg)	Load F (N)	Total Head $\frac{P2+P1}{\rho}$ (KN/m²)	Flow Rate Q (liter/sec)	Input Power W_1 (watt)	Flow Coefficient $Q=\frac{V*10^{-3}}{ND^3}$	Reynolds Number $R_e=\frac{\rho ND^2}{\mu}$	Head Coefficien $\tau=\frac{}{(P_2+P_1)*10}$ PN^2D^2	Power Coefficient $\pi=\frac{W_1}{PN^3D^5}$
1	3000	314	0.23	0.38	96	6.5	61	1.96	366	$6.16*10^{-3}$	$31.6*10^5$	$61.3*10^{-3}$	$1.165*10^{-3}$
2	2800	293		0.33	83	5.5	56	1.82	289	$6.13*10^{-3}$	$29.5*10^5$	$64.0*10^{-3}$	$1.130*10^{-3}$
3	2700	283		0.30	76	5.1	53	1.74	258	$6.08*10^{-3}$	$28.5*10^5$	$65.8*10^{-3}$	$1.163*10^{-3}$
4	2600	272		0.26	69	4.8	49	1.66	234	$6.02*10^{-3}$	$27.4*10^5$	$65.6*10^{-3}$	$1.136*10^{-3}$
5	2500	262		0.24	63	4.5	47	1.59	211	$6.01*10^{-3}$	$26.4*10^5$	$68.0*10^{-3}$	$1.152*10^{-3}$
6	2400	251		0.22	57	4.2	45	1.51	189	$5.94*10^{-3}$	$25.25*10^5$	$70.0*10^{-3}$	$1.167*10^{-3}$
7	2300	241		0.19	51	3.75	42	1.43	162	$5.86*10^{-3}$	$24.25*10^5$	$71.8*10^{-3}$	$1.164*10^{-3}$
8	2200	230		0.17	45	3.4	40	1.34	140	$5.75*10^{-3}$	$23.1*10^5$	$74.8*10^{-3}$	$1.161*10^{-3}$
9	2000	209		0.12	35	2.9	35	1.18	109	$5.75*10^{-3}$	$21.0*10^{+5}$	$79.2*10^{-3}$	$1.160*10^{-3}$
10	1900	199		0.10	30	2.6	33	1.10	93	$5.46*10^{-3}$	$20.0*10^5$	$82.7*10^{-3}$	$1.152*10^{-3}$
11	1750	183		0.06	23	2.2	29	0.96	72	$5.18*10^{-3}$	$13.4*10^5$	$85.6*10^{-3}$	$1.150*10^{-3}$
12	1660	174		0.05	19	109	28	0.87	59	$4.95*10^{-3}$	$17.5*10^5$	$92.0*10^{-3}$	$1.105*10^{-3}$
13	1540	161		0.02	14	1.65	25	0.75	48	$4.60*10^{-3}$	$16.2*10^5$	$95.4*10^{-3}$	$1.113*10^{-3}$
14	1470	154		0.00	11	1.5	23	0.66	41	$4.24*10^{-3}$	$15.5*10^5$	$96.3*10^{-3}$	$1.1105*10^{-3}$

Non-Dimensional Characteristics

Test (C) Fig. (C)



Test Performance (D)

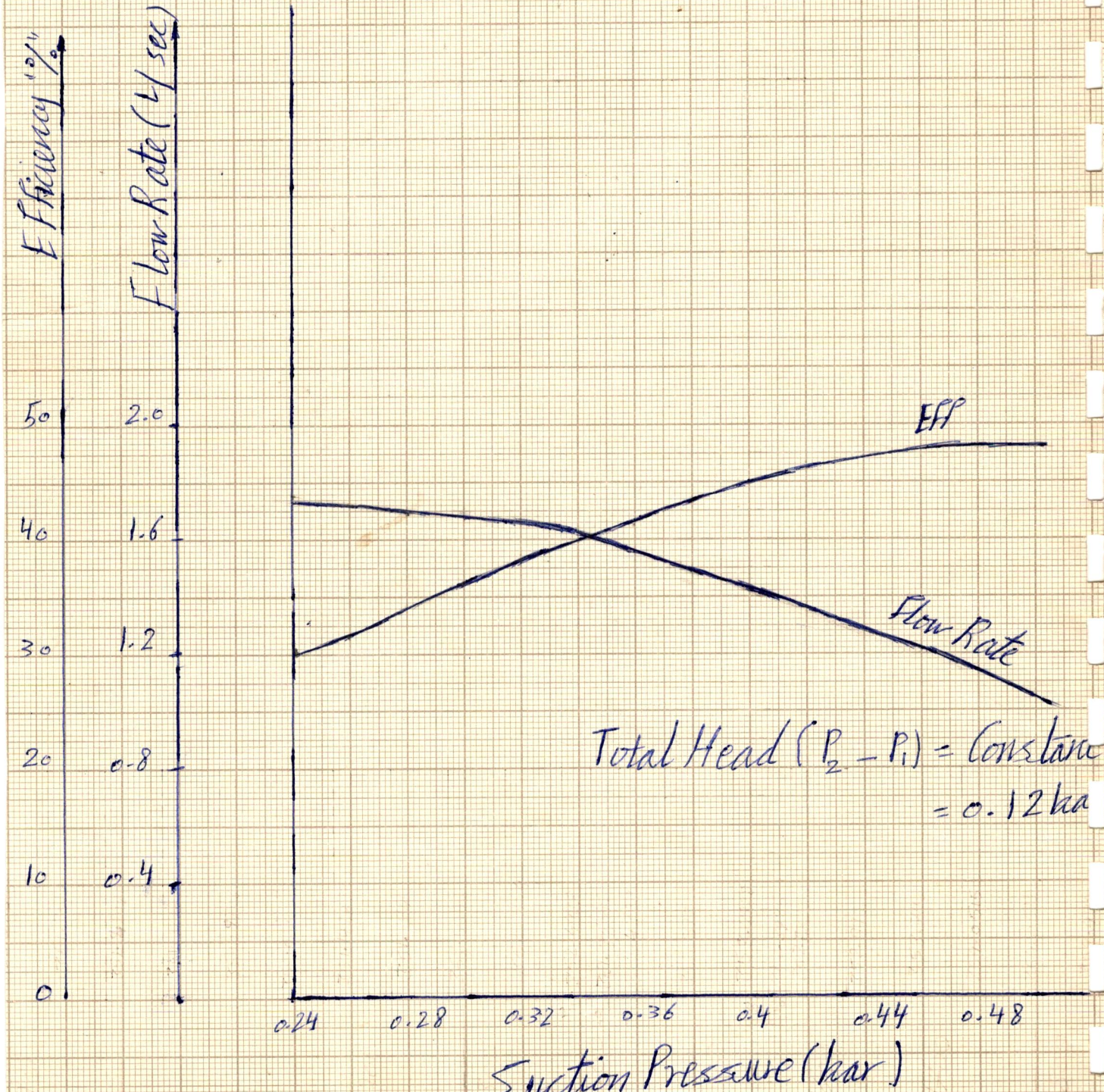
Impellar diameter D = 0.100 H(m)
Ventilri Calibration V = 0.2√h (L/sec)
Brake Constont k = 53.35

Suction P_1	Delivery P_2	$P_2 - P_1$	Total Head P_2+P_1	Load F	Speed N	Venturi		$W_1=\frac{FN}{K}$	$W2=(P_2+P_1)Q$	Eff (Z)
(bar)	(bar)	(bar)	(KN/m^2	(N)	(rev/min	H(mmHg)	V(L/sec)	(Watt)	(Watt)	(%)
0.24	0.36	0.12	60	6.2	3000	77	1.755	348.6	105.3	30.2
0.26	0.38		64	6.1		74	1.72	343.0	110.1	32.1
0.28	0.40		68	6.0		73	17.1	337.4	116.3	34.5
0.32	0.44		76	5.9		67	1.64	331.8	124.6	37.6
0.36	0.48		84	5.6		59	1.54	315.0	129.4	41.1
0.40	0.52		92	5.4		52	1.44	303.7	132.4	43.6
0.46	0.58		104	4.9		38	1.233	275.5	128.2	46.5
0.50	0.62		112	4.4		27	1.04	247.4	116.5	47.1

Fig (D)

Test Performance (D)

Effect at variable suction pressure at Constant maximum speed at 3000 rpm



المراجـــــــع

١- ميكانيكا الموائع وتطبيقات الهندسية تاليف روبـــرت دوجدتى ترجمة قداح شاكر قداح

2- Solving problems in Fluid Mechanics (volume (1))
J.F Douglas

3- Solving problem in Fluid Mechanics (volume (2))
J.F Douglas