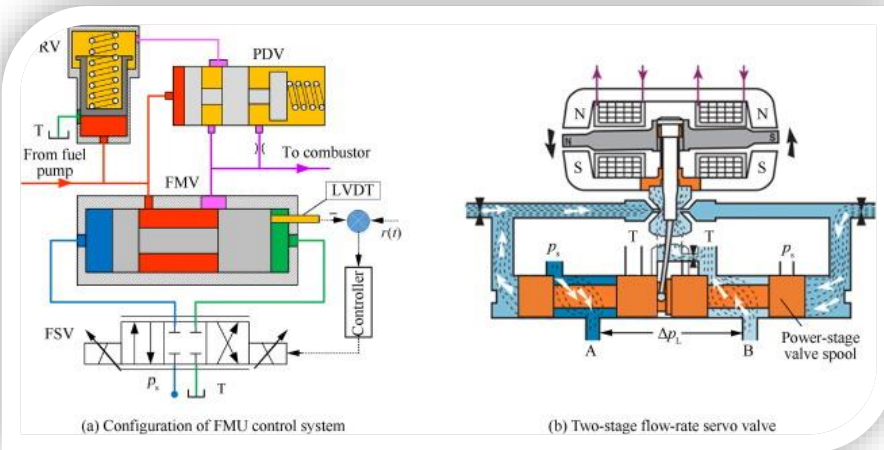


# جامعة الرشيد الخاصة للعلوم و التكنولوجيا



## تصميم منظومة هيدروليكية مع PLC



الطلاب: أية علي - بسمة النميري - أبي الخباز  
الدكتور المشرف: د.م محمد علي سلامة

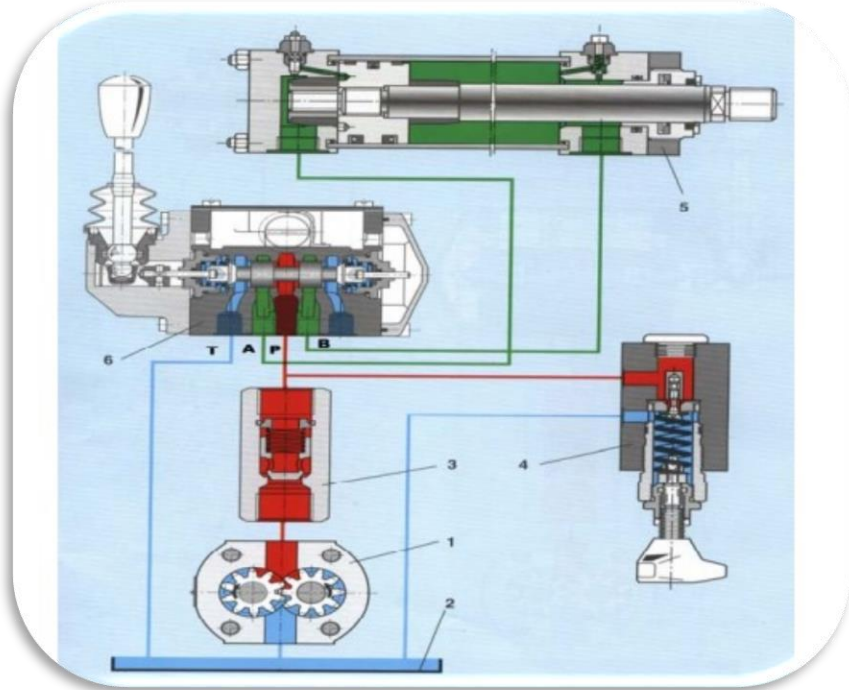
## ❖ الفهرس :

- 1- مقدمة عن النظام الهيدروليكي و PLC
- 2- مخطط المشروع
- 3- النظام الأول
- 4- النظام الثاني
- 5- النظام الثالث
- 6- صمام السيرفو
- 7- طريقة تشغيل صمام السيرفو
- 8- حساسات قياس الموضع
- 9- المضخم و التحكم بصمام السيرفو
- 10- تمثيل صمام السيرفو على الماتلاب

## ❖ المقدمة :

تُعرف الأنظمة الهيدروليكية على أنها عبارة عن آلية يتم تشغيلها عن طريق المقاومة المقدمة أو الضغط الذي يتم نقله عندما ينتقل سائل ما عبر قوة أنبوبية، وهذا النظام يسمح بإنجاز أعمال كثيرة من خلال الامتثال لقانون باسكال الذي تم التحدث عنه في تعريف الهيدروليك، ويكون الضغط في السائل الهيدروليكي ثابتاً في نظام مغلق حيث يكون نفسه في أي نقطة، وهناك مكونات أساسية موجودة - تقريباً في كل نظام هيدروليكي وهذه المكونات كما يأتي :

- (1) خزان: لتخزين الزيت وتجميع الراجع من الدائرة
  - (2) مضخة: لدفع وضخ الزيت من خلال النظام
  - (3) محرك كهربائي أو محرك اختراق داخلي لتشغيل المضخة
  - (4) صمامات: صمامات تحكم في الاتجاه وفي الضغط و معدل التدفق
  - (5) مشغل: لتحويل طاقة السائل الى طاقة ميكانيكية أو عزم
  - (6) أنابيب مطاطية أو مواسير معدنية لنقل السائل من مكان الى آخر
- الشكل التالي يوضح تكوين الأساسي وطريقة عمل الدائرة الهيدروليكية:

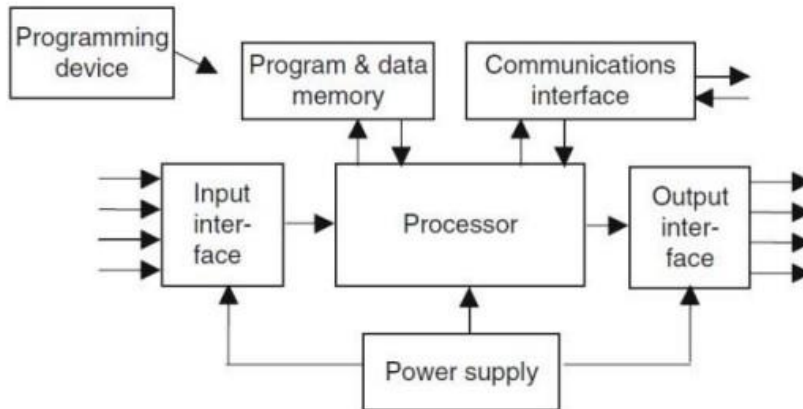


يتم إدارة المضخة 1 عن طريق محرك كهربائي أو محرك اختراق داخلي , فتسحب السائل من الخزان 2 و تدفعه الى خط الضغط المتصل بها نحو الصمام التوجيهي 6 .

هذا الأخير يحدد اتجاه حركة الكباس, سواء لداخل الأسطوانة من فتحة p الى الفتحة A و منها الى الأسطوانة 5 أو لخارج الأسطوانة عند دفع الزلاق الموجود بالصمام التوجيهي 6 الى اليمين فتتصل الفتحات p و B فيسرى الزيت من المضخة عبر الصمام الى الناحية الأخرى من الأسطوانة بينما يدفع الكباس الزيت الموجود في غرفة الأسطوانة لأخرى الى الخزان , وذلك عبر الصمام نتيجة اتصال الفتحة A مع T, أما الصمام رقم 4 فهو صمام أمان يسمح برجوع الزيت الفائض ( الناتج عن فرق بين ما تدفعه المضخة الى الدائرة و ما يصل الى الأسطوانة) الى الخزان أما صمام رقم 3 فهو صمام لا رجعي , يسمح بصعود الزيت الذي تدفعه المضخة نحو الصمام و يمنع رجوعه الى المضخة . [10]

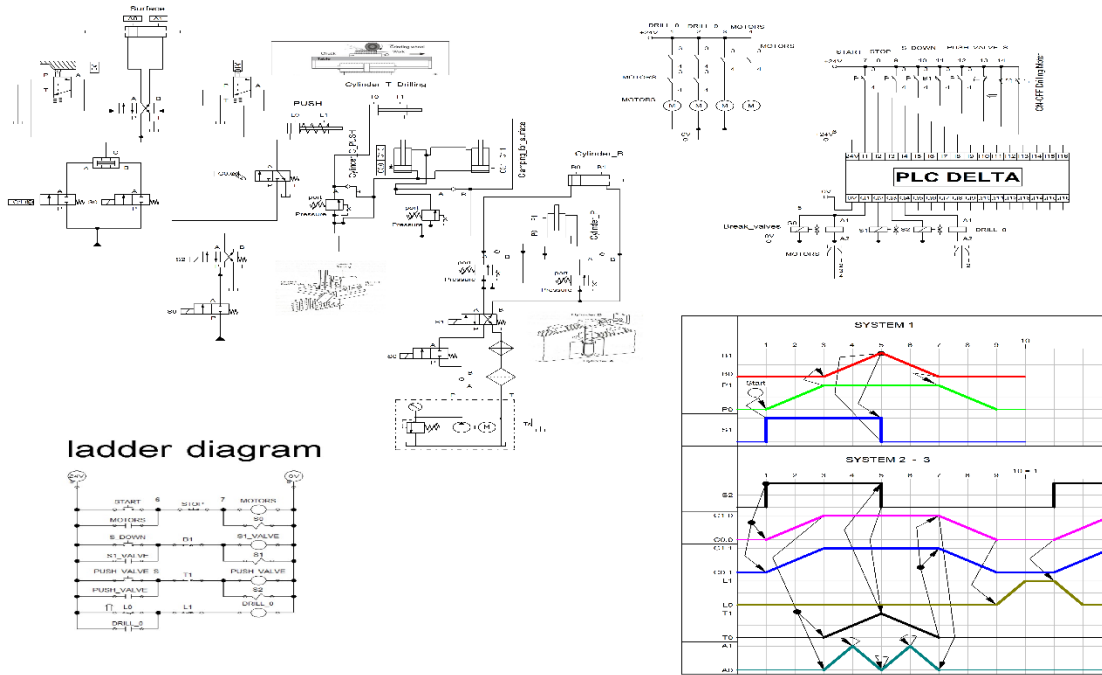
#### - المتحكم المنطقي القابل للبرمجة PLC:

هي عبارة عن متحكم يمتلك مداخل لإيصال الإشارات من النظام حساسات كباسات و غيرها الى وحدة المعالجة التي تقوم بتنفيذ البرنامج الذي قمنا بكتابته في الذاكرة و إعطاء أوامر عبر المخارج الى المشغلات الموجودة في النظام محركات كهربائية أسطوانات هواء مضغوط مضخات سخانات و غيرها باستخدام عناصر نقل الاستطاعة مثل الكونتاكتور و الريليه كون مخارج PLC تسمح بمرور تيارات صغيرة فقط ولا يمكن وضع أحمال ضخمة بشكل مباشر عليها



# المشروع :

## [4]



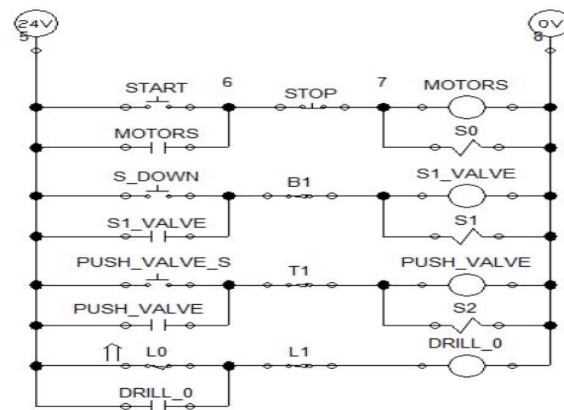
ladder diagram

SYSTEM 1\_2\_3

1	START	NO	6
2	STOP	NC	7
3	S_DOWN	NO	8
4	S1_VALVE	NO	9
5	PUSH_VALVE	NO	10
6	PUSH_VALVE	NO	11
7	DRILL_0	NO	12
8	DRILL_0	NO	13

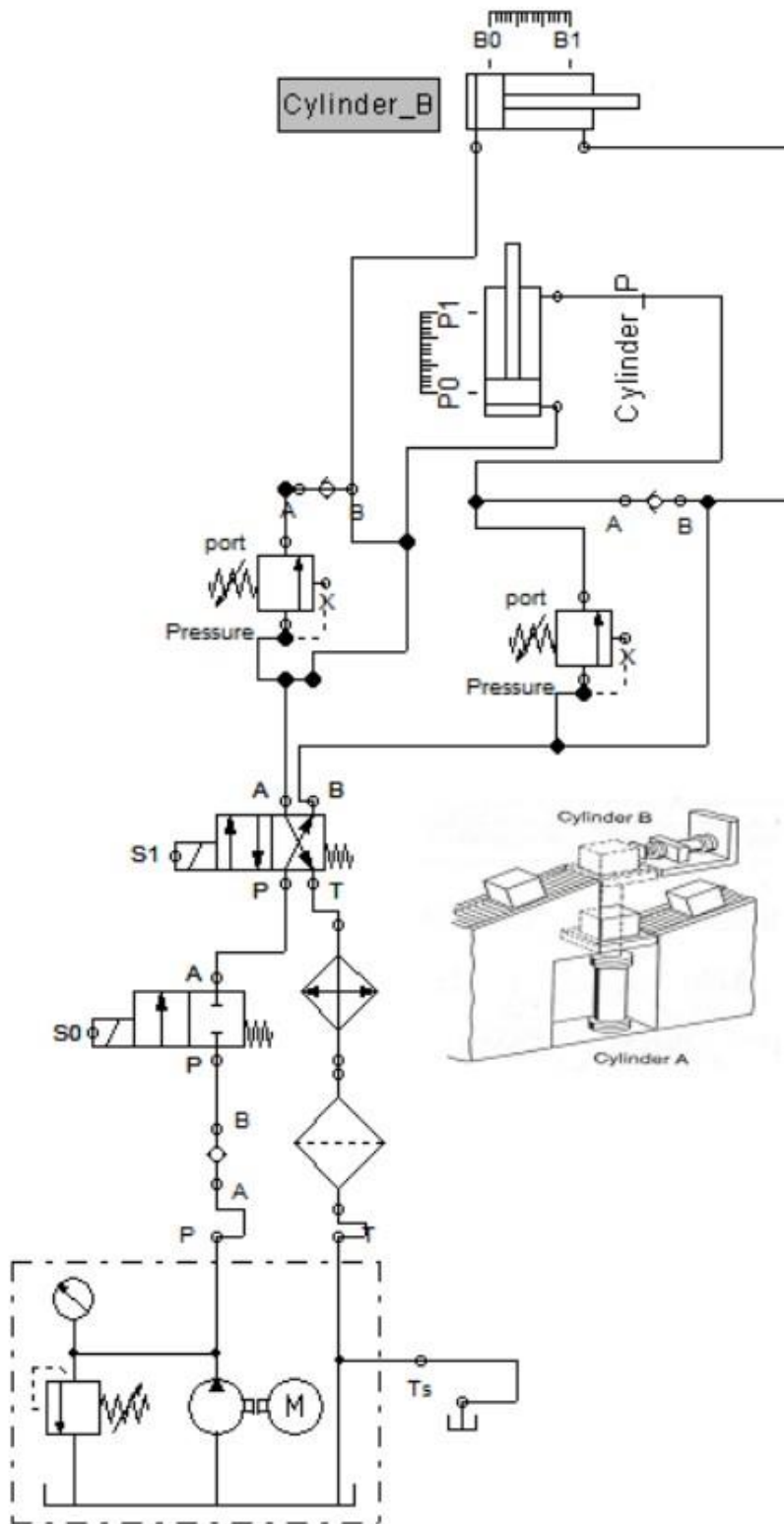
Designation	Output to valve	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
START	Function											
STOP	Function											
START	Function											
STOP	Function											
START	Function											
STOP	Function											
START	Function											
STOP	Function											
START	Function											
STOP	Function											

## ladder diagram



## ❖ النظام الأول :

[6]



1- عند تشغيل زر **Start** سوف يصل صمامات الأمان المربوط مع الملف رقم **S0** لسماح ببدء التدفق من المضخة الى النظام و الزر **Stop** لفك التنشيط عن الملف ليرجعه الى حالته المغلقة ولا يسمح بتدفق الزيت .

2- لنقل المشغولة من السير الأدنى الى السير الأعلى بواسطة أسطوانتين **Bop** لنتالي العمليات كما هو موضح **P- , B- , B+ , P+** نستخدم صمام تتالي العمليات ان وظيفة صمام التتابع عي تسلسل العمليات في الدائرة الهيدروليكية في النظام الأول حيث يتحكم بتتابع العمليات للأسطوانتين مزدوجتي الفعل بحيث تخرج الأسطوانة السفلية و بشكل كامل **p** لترفع المشغولة من على السير عند تفعيل الصمام **S1**.

3- ثم بعد ذلك يبدأ خروج الأسطوانة الثانية **B** اسطوانة الدفع .

4- لدينا حساس في الأسفل يتحسس عندما تقترب المشغولة لتفعيل الصمام **S1** الموصول مع ملف و عندما تخرج الأسطوانة **B** بشكل كاملة فان ذراع ميكانيكية **B1** مربوطة مع **PLC** لفك الختم عن الصمام **S1**.

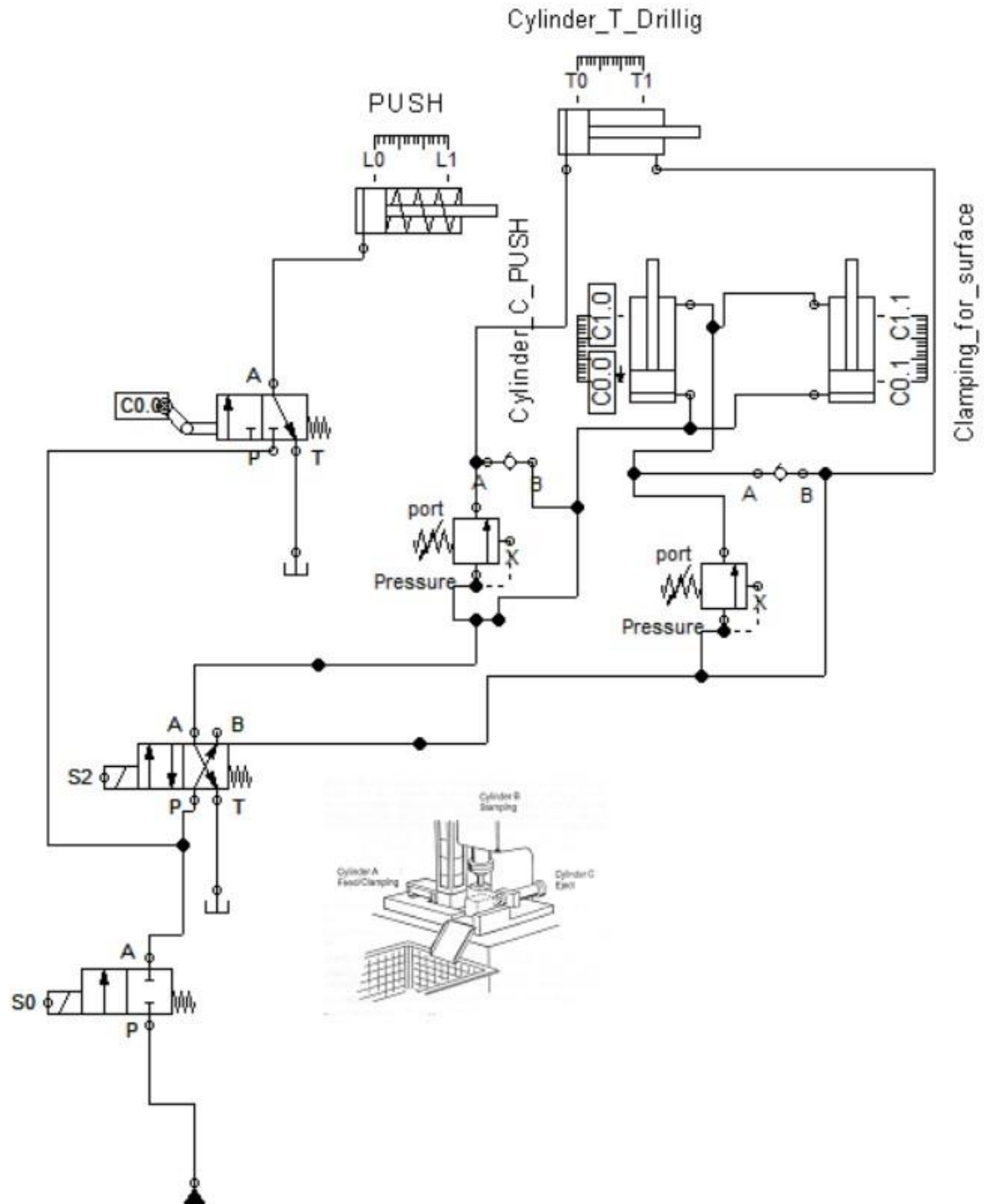
5- بواسطة النابض المثبت في الطرف الآخر من الصمام سوف يرجعه الى حالة الاغلاق.  
6- عندها فان الأسطوانة **B** ترجع أولا و بشكل كامل ثم بعد ذلك يبدأ رجوع الأسطوانة **P** .

عمليا فان الصمام التوالي ينفتح و يسمح بالتدفق خلال شبكة هيدروليكية أخرى عند الوصول الى قيمة ضغط معينة قابلة للمعايرة. فهو يستعمل لعمليات التتابع لشبكات الهيدروليكية الأخرى عند الوصول الى ارتفاع معين في قيمة الضغط و عليه فهو يستعمل في التطبيقات مثل امساك قطعة شغل بقوة معينة عن طريق أسطوانة هيدروليكية قبل ان تبدأ أسطوانة التشغيل في اجراء التشغيل المطلوب على القطعة و تحدد قوة الامساك اللازمة عند بدء التشغيل عن طريق صمام التوالي بالضغط.



## ❖ النظام الثاني :

[6]

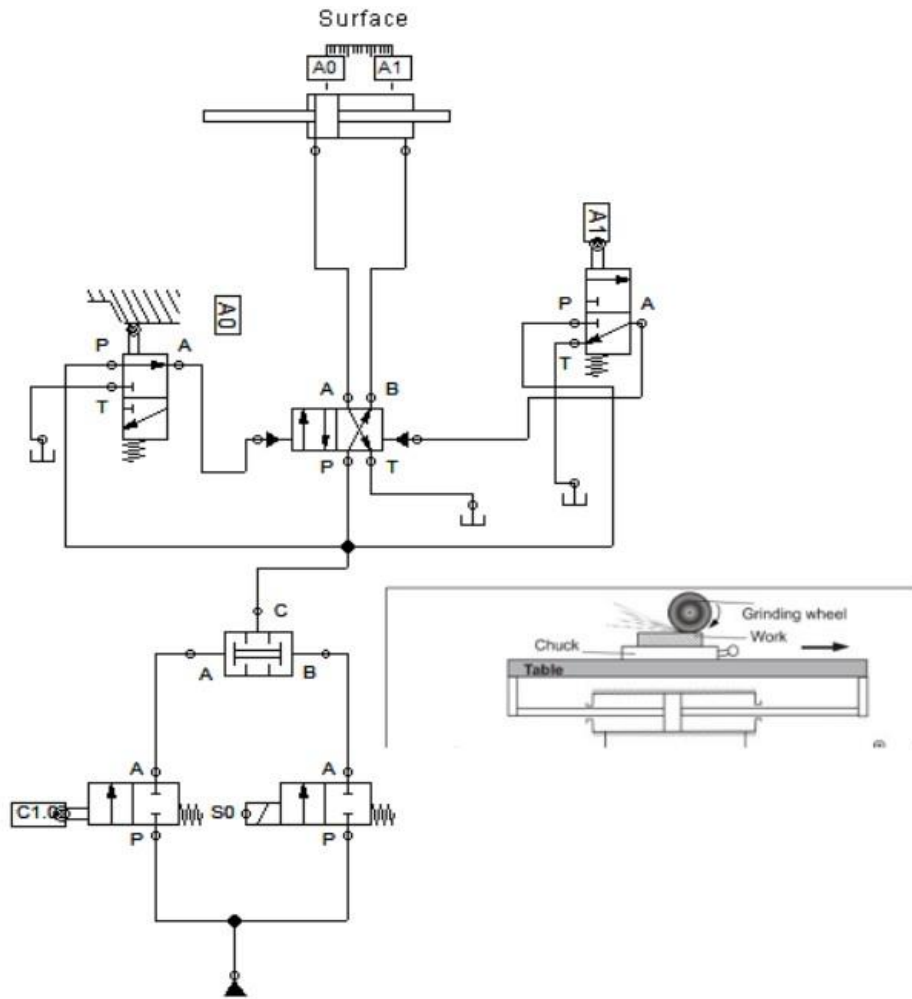




- 1- عند تحسس الحساس **push** ان هنالك مشغولة من المستودع يعطي نبضة الى **PLC** لكي تفعل الملف المربوط مع الصمام S2 .
- 2- عند تفعيل الصمام S2 يسمح بتدفق السائل في النظام الهيدروليكي و تبدأ الأسطوانتان C0.0 و C0.1 بالخروج .
- 3- الأسطوانة C0.0 هي أسطوانة مزدوجة الفعل تستخدم لدفع المشغولة من المستودع على مكان التشغيل و تظل ثابتة لحين الانتهاء من عملية التشغيل
- 4- الأسطوانة C0.1 هي الأسطوانة معلق بها أداة النشر أو النعيم لسطح تقترب من المشغولة اثناء دفعها من المستودع .
- 5- بعد تمدد الأسطوانتان C0.0 و C0.1 و بشكل كامل تبدأ الأسطوانة T بتمدد تتالي العمليات يكون بواسطة صمام تتالي العمليات .
- 6- الأسطوانة T تكون موصولة مع مثقب لثقب المشغولة .
- 7- عندما تصل الأسطوانة T و تخرج بالكامل فإنها مربوطة مع حساس ميكانيكي عندما تصل لتمدد الكامل تفك الختم الموجود في PLC أي يصبح الصمام S2 غير مفعّل .
- 8- بواسطة النابض في الصمام S2 يرجعه الى حالته المغلقة .
- 9- فترجع الأسطوانة T أولا
- 10- ثم الأسطوانتان C0.0 و C0.1
- 11- عندما تصل الأسطوانة C0.0 الى وضعها الأصلي تحرك حساس ذراع الميكانيكي ( يفعّل عندما تكون الأسطوانة في حالة رجوع بعد التمدد ) لتفعيل الصمام C0 المربوط بالأسطوانة L
- 12- الأسطوانة L تقوم بتمدد و بدفع المشغولة الى المستودع
- 13- عند دورة جديد و تحسس الحساس **push** سوف يفعّل الصمام S2 و تبدأ دورة جديد و عندها تمدد الأسطوانة C0.0 فتفك تفعيل الصمام C0 و بواسطة النابض ترجع الأسطوانة L لداخل بنفس التوقيت عندما تمدد الأسطوانة C0.0

## ❖ النظام الثالث :

[5]



- 1- هو نظام لتنعيم المشغولة من الجوانب اثناء عملية الثقب
- 2- عندما تصل الأسطوانة C0.0 و تخرج بشكل كامل يقوم حساس ذراع الميكانيكي C1.0 بتنفيذ الصمام C1.0 لبدا تدفق السائل لنظام , يكون موصول مع تحكم AND بحيث يكون S0 مفعّل .
- 3- A0 , A1 حساسات مسافة ميكانيكية مربوطة مع صمامات التحكم , عند بداية الشوط يفعل الصمام A0 نبضة تحكم هيدروليكية لصمام ذو وضعان و أربعة فتحات لكي يحرك الأسطوانة من الموضع A0 الى A1 .
- 4- و عند الوصول الى الموضع A1 يفعل نبضة تحكم هيدروليكية لإعادة الأسطوانة من A1 الى A0
- 5- تستمر العملية بشكل متوالي لحين رجوع الأسطوانة C0.1 و فك التأثير لذراع الميكانيكي لها .

## ❖ الصمامات :

### ❖ صمامات التحكم في الاتجاه :

يشار إلى صمامات التحكم الاتجاهية بشكل شائع باسم صمامات التحويل لأنها تقوم ببساطة بتوجيه السوائل التي تمر عبر الصمام من مصدر التدفق إلى أحد منافذ الأسطوانات المتاحة. تحدد مجموعة الصمامات للتحكم في التدفق بشكل عام فتحة تسمح فقط بمرور حجم معين من التدفق. يتحكم الحجم المحدد في سرعة الأسطوانة أو المحرك الهيدروليكي. وبالمثل ، يتم استخدام نوع التحكم في الضغط لتحديد إعداد ضغط معين.

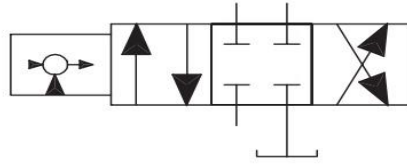
يتطلب تغيير الاتجاه أو التدفق أو الضغط أثناء تشغيل الآلة بهذه الصمامات صمامًا فرديًا منفصلاً لكل اتجاه أو تدفق أو ضغط مطلوب. ستصبح الدائرة الهيدروليكية معقدة للغاية. [10]

### ❖ صمامات الموازنة Servo والصمامات التناسبية Proportional :

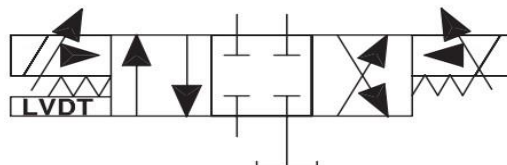
يتم استخدام الصمامات السيرفو والصمامات التناسبية للتحكم بدقة في موضع أو سرعة المشغل. تختلف الصمامات داخلياً، ولكنها تؤدي نفس الوظيفة.

يستخدم صمام السيرفو عادة جهاز تغذية راجعة ميكانيكي داخلي. عادة ما يكون للصمامات النسبية تغذية راجعة كهربائية هي حساس LVDT. يعمل كلا الصمامين من إشارة DC متغيرة. عادة ما يكون دخل جهد القيادة في مضخم الصمام + أو - 10 فولت. يقوم المضخم بعد ذلك بتحويل الجهد إلى إشارة حالية لدفع الصمام.

عادةً ما يقوم الجهد الموجب بتحويل عامود Spool الصمام إلى الوضع "A"، والجهد السالب سوف يحول عامود Spool الصمام إلى الوضع "B". يتحول عامود - Spool الصمام بشكل متناسب مع قوة جهد القيادة.



Servo Valve

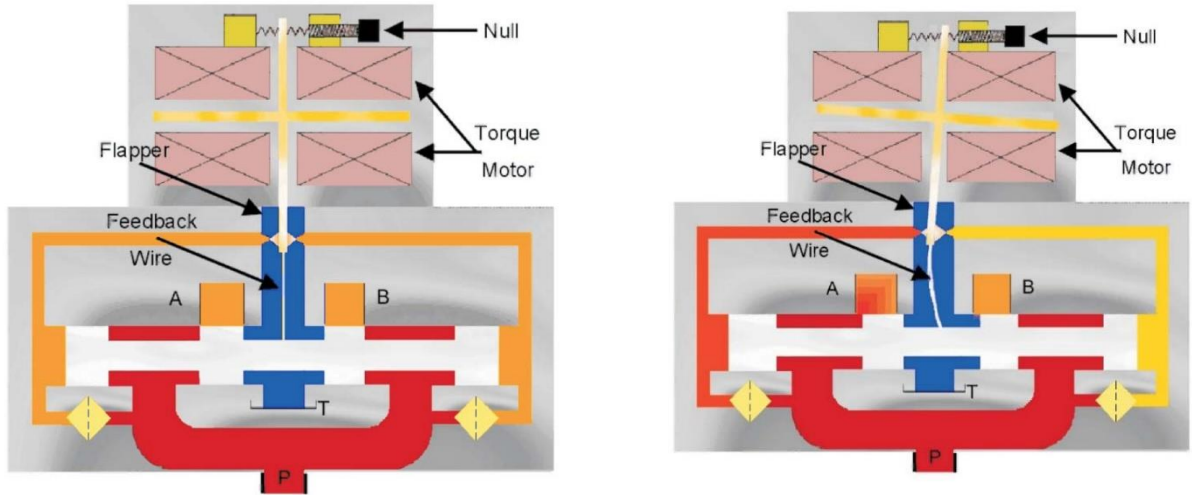


Proportional Valve

كلما زاد الجهد، يمكن أن يتدفق المزيد من الزيت عبر الصمام. يتحكم الصمام في كل من اتجاه وسرعة المشغل. عادة ما يكون الترشيح إلى صمام السيرفو 3 ميكرون. معظم الصمامات التناسبية لا تتطلب سوى ترشيح 10 ميكرون. على الرغم من تحسين الصمامات النسبية في السنوات الأخيرة، إلا أن الصمامات السيرفو عادة ما تكون أكثر دقة ويمكن أن تضع الأسطوانة في نطاق 001 ".

### ❖ تشغيل صمام السيرفو :

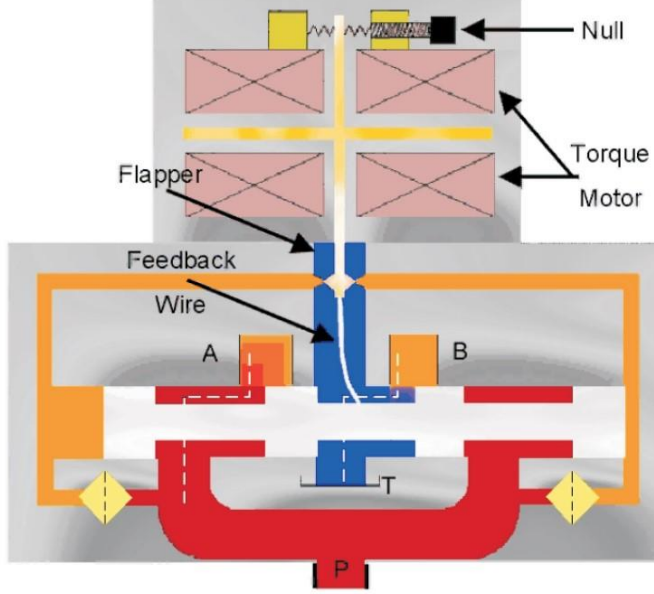
الصمام الموضح أدناه من تصميم الزعنفة **Flapper**. يستخدم العديد من المصنعين تصميم "الأنابيب النفثة". يتحكم كلا النوعين في تحويل عامود **Spool** الصمام بطريقة مماثلة. عندما لا يكون هناك جهد لملف الصمام ، يتم توسط الزعنفة بين الفتحتين **Nozzle**. هذا يخلق ضغطاً متساوياً على جانبي العامود **Spool** الرئيسية ، مما يؤدي إلى تثبيتها في وضع المركزي المغلق. إذا كان الصمام فارغاً ، فسيكون هناك قدر ضئيل من التدفق من المنافذ P إلى "A" أو "B" هي المنافذ التي تتسبب في انجراف المشغل. [1]



عندما يتم تطبيق إشارة حالية على ملف الصمام ، يدور محرك عزم الدوران ، مما يجعل الزعنفة **Flapper** أقرب إلى الفتحة **Nozzle** اليسرى. يتراكم ضغط الطيار ( القيادة ) على الجانب الأيسر من البكرة **Spool** الرئيسية. ينتقل **Spool** عامود الصمام ، ويربط المنافذ P إلى A والمنافذ B إلى T. مع تحولات العامود **Spool** ، ينحني سلك التغذية الراجعة **Feedback wire**. سيستمر العامود **Spool** انزياحها حتى يتغلب عزم في سلك التغذية الراجعة **Feedback wire** على القوة الكهربائية لعزم الدوران في المحرك في ذلك الوقت ، يتم إرجاع المحرك إلى الوضع الأفقي. في الوقت نفسه ، يعيد الزعنفة **Flapper** التوسط بين الفتحتين **Nozzle**.

هذا يسبب ضغطاً متساوياً على جانبي **Spool** عامود الصمام الرئيسي مرة أخرى، و تتوقف العامود **Spool** الرئيسية عن الانزياح و تبقى في وضعها لحين تغيير الجهد المطبق، كلما زاد التيار المطبق على الملف في المحرك ازداد انزياح العامود في الصمام.

[1]



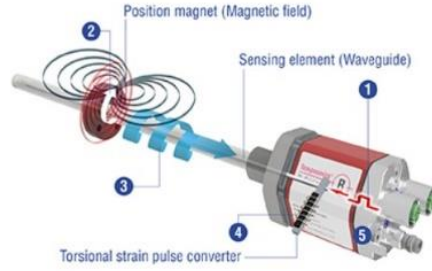
## ❖ جهاز تحديد الموضع الخطي :Linear Positioner

عادةً ما تحتوي الأسطوانات المستخدمة مع صمامات السيرفو والصمامات التناسبية على جهاز تغذية راجعة مثل حساس المغناطيسي **Temposonics - magnetostrictive** للإشارة إلى موضع الأسطوانة أو **LVDT** المحول التفاضلي الخطي المتغير **The linear variable differential transformer**.

تعتمد مستشعرات الموضع الخطي **Temposonics** على تقنية التقبض المغناطيسي ، والتي يمكنها تحديد الموقع بمستوى عالٍ من الدقة والمتانة.

يتكون كل مستشعر موضع **Temposonics** من دليل موجي مغناطيسي

حديدي **waveguide** ومغناطيس موضع **position magnet** ومحول نبض إجهاد **strain pulse converter** والإلكترونيات داعمة. المغناطيس ، المتصل بالجسم المتحرك ، يولد مجالاً مغناطيسياً في موقعه على الدليل الموجي. يتم تطبيق نبضة تيار قصيرة على الدليل الموجي، هذا يخلق مجالاً مغناطيسياً نصف دائري مؤقتاً وإجهاد الالتواء على الدليل الموجي، يطلق التفاعل اللحظي للمجالات المغناطيسية نبضة إجهاد الالتوائية تنتشر بطول الدليل الموجي. عندما تصل الموجة فوق الصوتية إلى نهاية الدليل الموجي ، يتم تحويلها إلى إشارة كهربائية. نظراً لأن سرعة الموجة فوق الصوتية في الدليل الموجي معروفة بدقة ، يمكن تحويل الوقت المطلوب لاستقبال إشارة العودة إلى قياس موضع خطي بدقة عالية وإمكانية التكرار. [7]



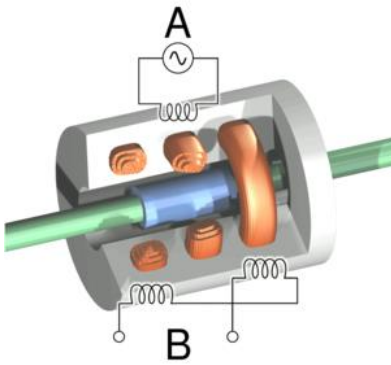
#### Measurement Cycle

- 1 Current pulse generates magnetic field
- 2 Interaction with position magnet field generates torsional strain pulse
- 3 Torsional strain pulse propagates
- 4 Strain pulse detected by converter
- 5 Time-of-flight converted into position

**LVDT** المحول التفاضلي الخطي المتغير هو مستشعر كهروميكانيكي يستخدم لتحويل الحركة الميكانيكية إلى إشارة كهربائية متغيرة (تيار أو جهد) ,

**LVDT** محول كهربائي يستخدم في قياس الإزاحة الخطية.

يتألف المحول من ثلاثة ملفات موضوعة حول انبوب اسطواني.



يمثل الملف الأوسط القسم الرئيسي (الملف الابتدائي) بينما الملفان الطرفيان القسم الثانوي (الملف الثانوي).

ينزلق القضيب اسطواني داخل الملفات بشكل يتناسب طردياً مع الجسم المتحرك والمراد قياس إزاحته (يتم ذلك بواسطة ربط هذا القضيب مع الجسم المتحرك)

عندما يمر تيار متردد في الملف الابتدائي سينشأ عنه فرق جهد بالحث في كلا الملفين الثانويين. غالباً ما يكون تردد هذا التيار بحدود 1 - 10 كيلوهرتز. وعندما يتحرك القلب (القضيب) ستتغير الممانعة المتبادلة بين الملفين مسببة تغير في الجهد المستحث في الجزء الثانوي, عندما يكون القضيب أو القلب في الوسط تماماً يصبح خرج المحول التفاضلي (الفرق بين جهدي الملفين الثانويين) صفراً. وعند إزاحة القلب في اتجاه معين يبدأ هذا الفرق بالظهور تدريجياً وبشكل يتناسب طردياً مع قيمة الإزاحة بسبب زيادة الجهد في أحد الملفين على حساب الآخر ويكون هذا الجهد نفسه عند عكس الإزاحة في الاتجاه الآخر ولكن بقطبية معاكسة. [8,9]

### ❖ مضخم الصمام :

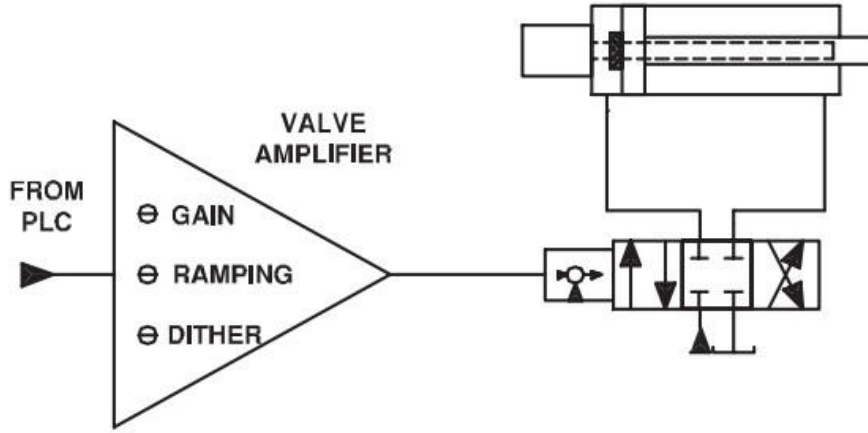
تتطلب معظم الصمامات السيرفو والصمامات النسبية مضخمات جهد **Amplifier**.

الغرض الأساسي من المضخم هو تعزيز الإشارة من المتحكم لقيادة الصمام.

سيحول المضخم أيضاً جهد الدخل إلى إشارة حالية لقيادة الصمام.

في كثير من الأحيان هناك تعديلات في المضخم تلك التعديلات تؤثر على

الجهد **DC** الداخل الى صمام السيرفو أو الصمام النسبي.



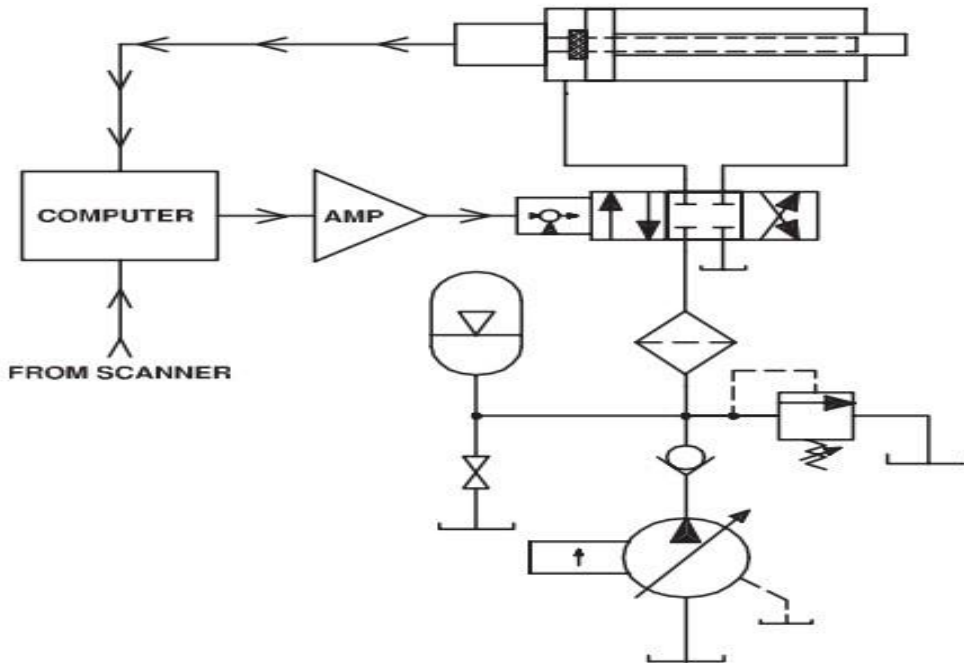
- 1- **الكسب Gain** هو مقدار زيادة الجهد من المتحكم إلى صمام السيرفو أو صمام النسبي. يجب ضبط الكسب بحيث تتحرك الأسطوانة بالسرعة المطلوبة. إذا كان الكسب منخفضاً جداً ، فستكون العملية بطيئة. سيؤدي ضبط الكسب إلى مستوى عالٍ جداً إلى أن يكون الصمام غير مستقر و يسبب سوء وضع الاسطوانة.
- 2- يتحكم ضبط التدرج **Ramping** في مقدار الوقت الذي يتغير فيه عامود spool الصمام. على سبيل المثال ، إذا تم ضبط الكسب على 10 فولت وتم ضبط التدرج لمدة 0.5 ثانية ستترام الإشارة إلى الصمام تدريجياً إلى 10 فولت في 0.5 ثانية (إشارة تماثلية). في المضخمات مع ضبط التدرج الفردي ، سينخفض الجهد في نفس المقدار من الوقت. تحتوي بعض المضخمات على تعديلات منفصلة لتدرج لأعلى ولأسفل. يجب ضبط التدرج بحيث تبدأ الأسطوانة وتتوقف بسلاسة.
- 3- التردد **Dither** عبارة عن إشارة تيار متردد 60 هرتز - 100 هرتز يتم تطبيقها على ملف الصمام. الغرض من **Dither** هو الحفاظ على عامود **Spool** الصمام في حركة ثابتة و هذا يمنع الملوثات من التراكم بين عامود الصمام والمبيت. قد يتسبب أي تلوث في حدوث احتكاك أثناء تغيير موضع عامود **Spool** الصمام. سيؤثر الاحتكاك على موضع العامود داخل الصمام. في كثير من الأحيان يتم ضبط **Dither** مسبقاً من قبل الشركة المصنعة و يكون غير قابل للتعديل. في الأنظمة التي يمكن ضبطها فيها ، إذا تم ضبطها على مستوى عالٍ جداً فقد يتسبب ذلك في تذبذب **rapidly oscillate** الأسطوانة أو المحرك بسرعة. قد يؤدي ضبط التردد على مستوى منخفض جداً إلى وضع ضعيف **poor positioning**.



## ❖ التحكم بالكمبيوتر : Computer Control

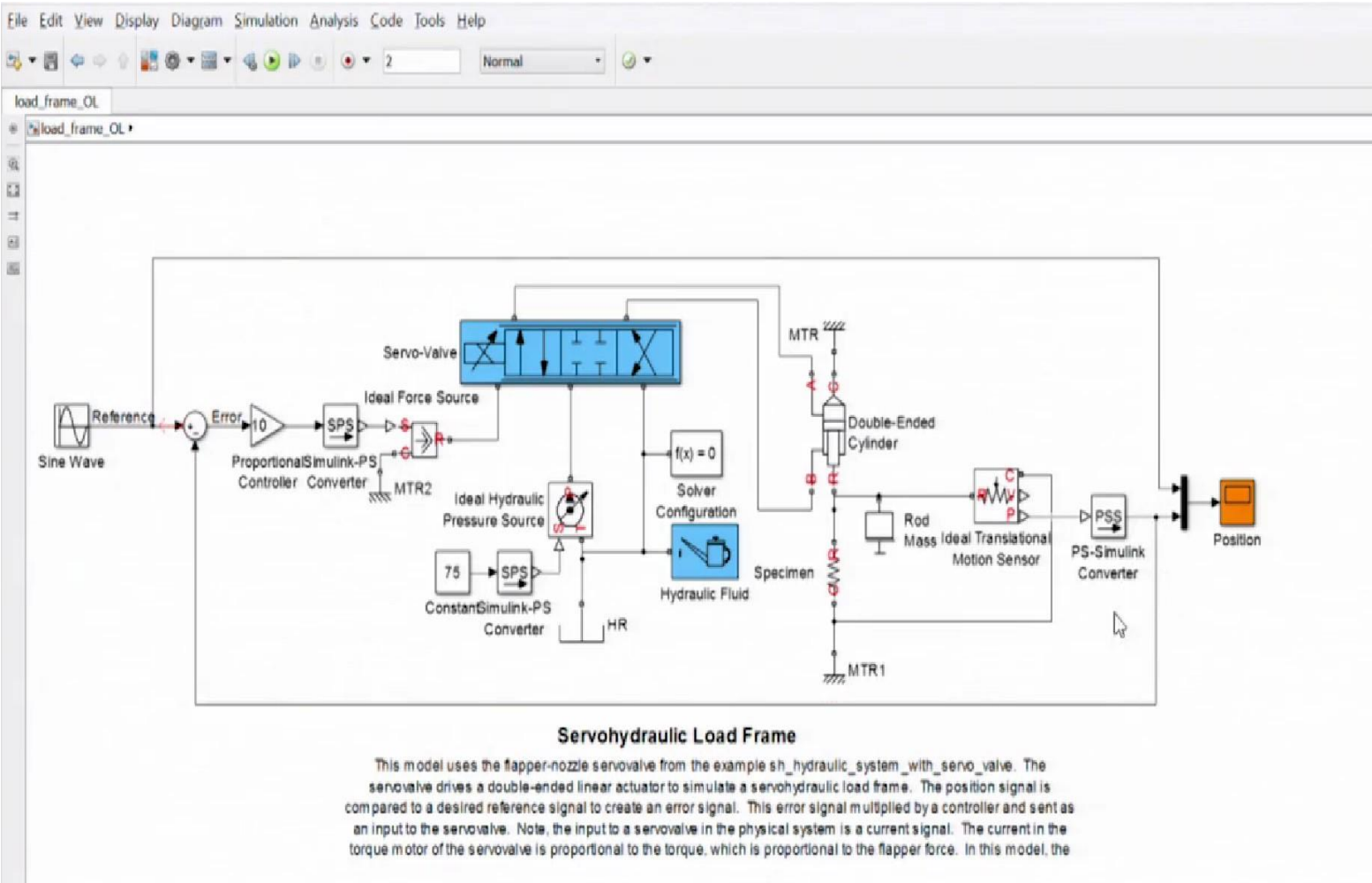
[3]

- ❖ قبل وضع جهاز تحديد المسافة الخطي أو حساس LVDT ، يتم إرسال إشارة دخل إلى الحاسوب, عادة ما تكون من ماسح Scanner من نوع ما.
- ❖ عندما يتم إدخال المعلومات المسوَّحة في ملف الكمبيوتر ، يتم إجراء مقارنة مع البيانات المبرمجة مسبقاً.
- ❖ ثم يتم اتخاذ قرار لتعيين الموضع الخطي على موضع محدد, يُعرف هذا باسم موضع القيادة **commanded position**.
- ❖ عندما يكون هناك اختلاف بين الموضع الذي يتم التحكم فيه والموضع الفعلي للأسطوانة ، سيتم إرسال إشارة إلى مضخم الصمام.
- ❖ يرسل المضخم إشارة تيار إلى ملف الصمام ، مما يؤدي إلى تحويل عامود **Spool** الصمام.
- ❖ مع تمدد الأسطوانة ، يرسل محول الطاقة نبضات رقمية مرة أخرى إلى المتحكم .
- ❖ يمثل عدد النبضات موضع الأسطوانة, عندما يصل موضع الأسطوانة إلى الموضع المطلوب ، يرسل المتحكم خرج جهد 0 إلى مضخم الصمام.
- ❖ ثم يعود عامود **Spool** الصمام إلى وضع المركزي المغلق.



## ❖ صمام السيرفو على الماتلاب :

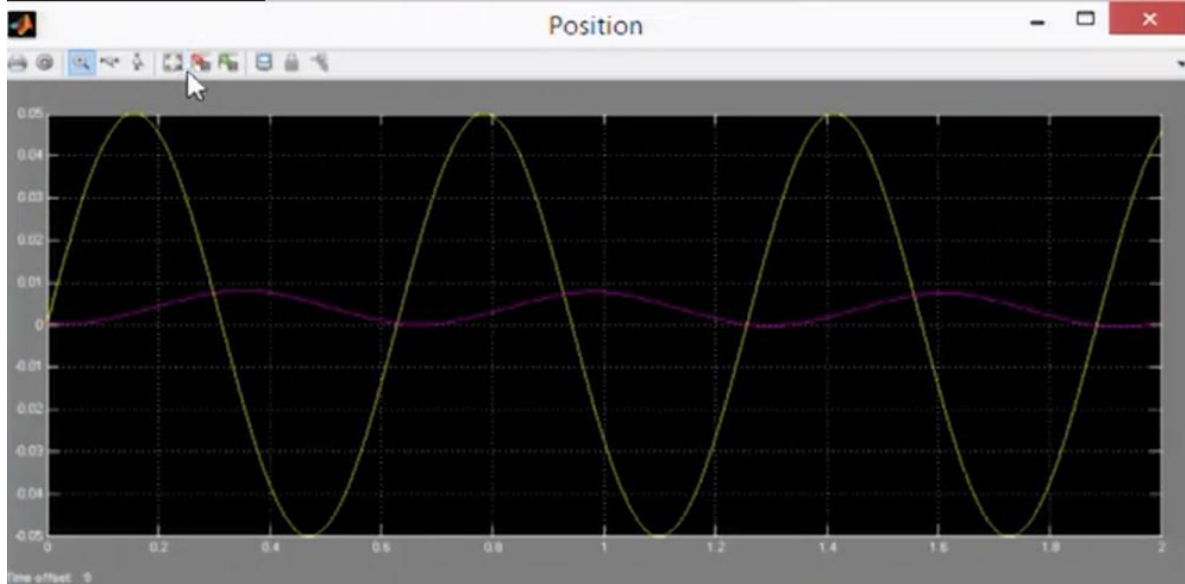
[1]



- (1) نطبق موجة جيبية هي قوة التي تحرك **Flapper** ضمن صمام السيرفو و التي يكون متحكم بها بواسطة المحرك و عزمه
- (2) لدينا مضخة و نضبط نوع السائل المستخدم من هيدروليك فلويد **Pressure source**
- (3) أسطوانة مزدوجة الفعل
- (4) النابض عيار عن المشغولة
- (5) و الكتلة هي كتلة **Rod**
- (6) الحساس لتحديد موضع الأسطوانة
- (7) دخل الحساس مع أول الأسطوانة
- (8) و خرج **C** مع الأرضي أي اكبر انزياح لعامود الأسطوانة
- (9) **P** يذهب الى السكوب
- (10) سوف نقارن إشارة موضع الأسطوانة مع إشارة الدخل لسيرفو

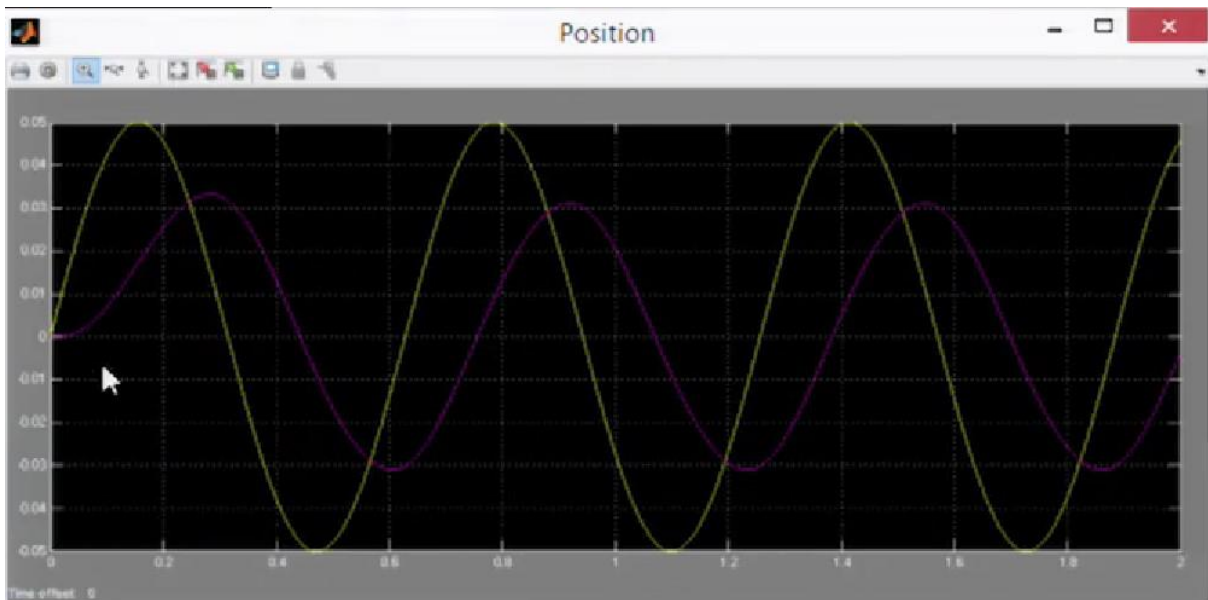
(11) و نطبق عليها كسب و هو التحكم التناسبي لتصبح لدينا حلقة مغلقة

❖ الشكل لنظام بدون تغذية راجعة **Open loop**

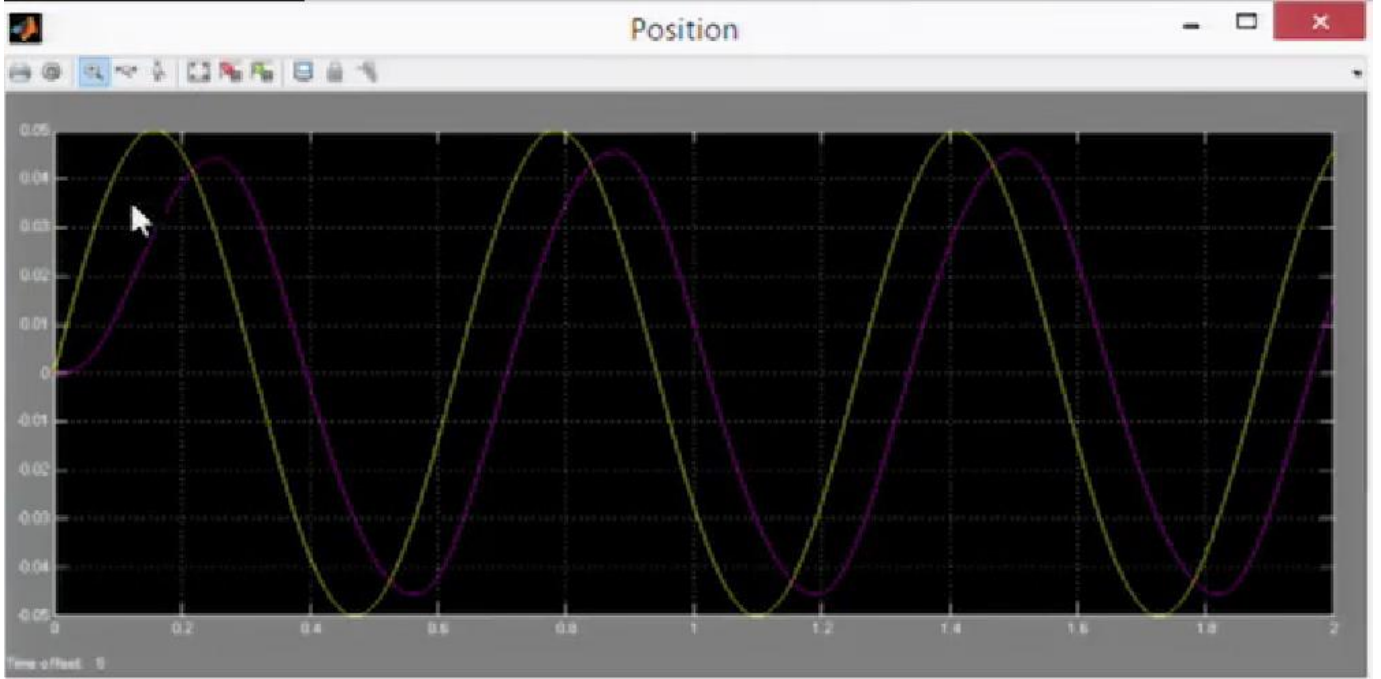


حيث اللون الأصفر يدل على إشارة الدخل الى صمام السيرفو و اللون البنفسجي يدل على موضع الأسطوانة .

❖ الشكل التالي يوضح نظام بتغذية راجعة مع كسب 10 **Gain** حيث نلاحظ تقارب الاشارتان **Close loop**

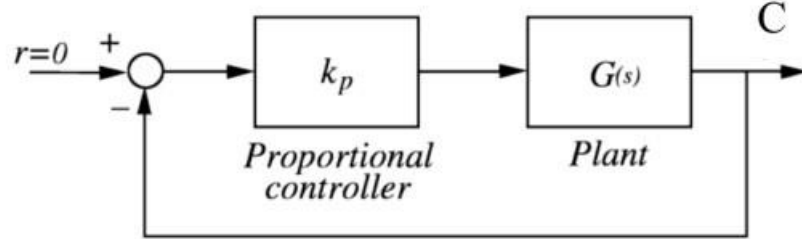


❖ الشكل التالي يوضح نظام بتغذية راجعة مع كسب **Gain 20** حيث نلاحظ تقارب الاشارتان أكثر **Close loop**



## ❖ التحكم التناسبي :

العلاقة بين خرج المتحكم  $U(t)$  و إشارة خطأ التشغيل  $e(t)$  هي :



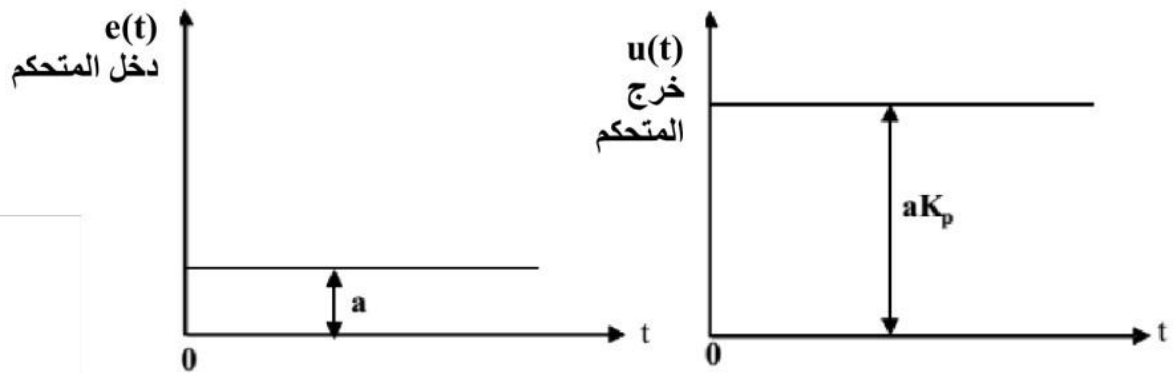
باجراء تحويل لابلاس نجد :

$$u(t) = K_p e(t)$$

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p$$

حيث أن  $(K_p)$  ثابت التناسب (كسب المتحكم) **Gain** .

إذا المتحكم التناسبي هو في الحقيقة عبارة عن مضخم مع ثابت تناسب له .



## المراجع :

- 1 Servo valve Operation | Coursera  
Fundamental of Fluid power By University of Minnesota-  
Week 6 - Servo valve Operation and Servo hydraulic Circuit
- 2 Hydraulics - Fluid power - Learning Systems - Festo Didactic (festo-  
didactic.com)
- 3 Hydraulic Troubleshooting Course Outline | Fluid Power Learning
- 4 (PDF) Full-automatic Special Drill Hydraulic System and PLC Control  
(researchgate.net)
- 5 Hydraulic Circuit for Surface Grinding Machine | Explained In Details |  
Engineering Arena (enggarena.net)
- 6 BOOK 2, CHAPTER 20: Sequence valves | Power & Motion  
(powermotiontech.com)
- 7 Temposonics Technology
- 8 Linear variable differential transformer - Wikipedia
- 9 Basics of the Linear Variable Differential Transformer (LVDT) | TE  
Connectivity
- 10 نظم الهيدروليكية و النيوماتية 172 نظم – المؤسسة العامة للتدريب التقني و المهني  
المملكة العربية السعودية