مضخات المياه بالطاقة الشمسية : أنواعها و كيفية حمايتها و توصيلها و حساب قدرتها

في هذا الدرس من دورة الطاقة الشمسية سنتطرق إلى الكثير من المواضيع التي تخص مضخات المياه بالطاقة الشمسية. حيث سنبدأ بالحديث عن أهم أنواع مضخات المياه و كيفية توصيلها في نظام الطاقة الشمسية. ثم سنشرح كيفية حساب قدرة المضخة و قدرة الالواح الشمسية اللازمتين. ثم سنفهم كيفية حماية المضخات حيث سنتحدث عن أهم العناصر الالكترونية في اللوحة الكهربائية للمضخة. و العناصر التي سنطرحها في موضوع اليوم هي المرحل الحراري و الكونتاكتور و مرحل مستوى المياه و مرحل الفاز. و أخيرا سنعرف متى نستعمل المكثف مع المضخات (محركات المضخات).

لمزيد من الكتب والدروس تابعنا على

مدونة الالكتروميكانيك

https://www.electrobrahim.com

وعلى صفحتنا على الفيس بوك

AB.ELECTROMECANIQUE

https://www.facebook.com/AB.Electromecanique

أنواع مضخات المياه بالطاقة الشمسية و توصيلها في نظام الطاقة الشمسية

أولا و قبل أن نعرض أنواع مضخات المياه, يجب أن نعرف أن المضخات تتكون من جزئين أساسين : المحرك و المضخة.

أنواع مضخات المياه حسب نوع الكهرباء الذي يستهلكه المحرك:

-محركات مضخات المياه التي تعمل بالتيار المستمر : DC

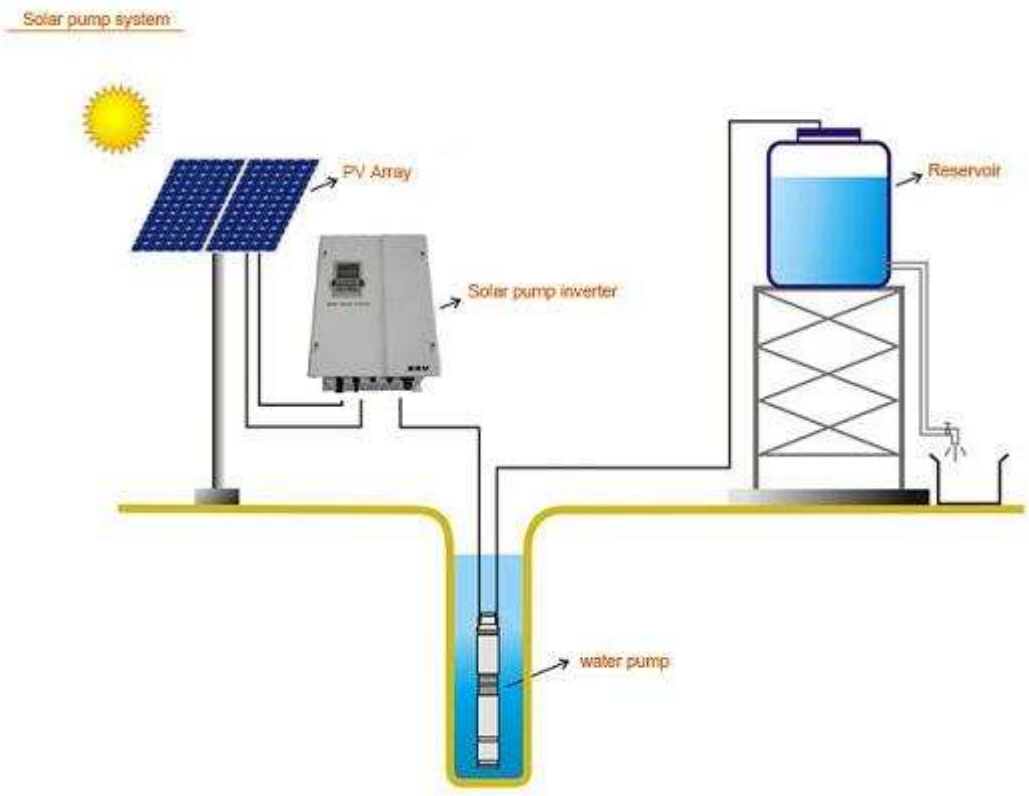
نجد هذه المحركات خاصة مع المضخات ذات القدرة الصغيرة و المتوسطة. و باستعمال هذه النوع من المضخات فإننا لا نستحق انفرتر ليحول التيار المستمر إلى تيار متردد. لكننا نستحق فقط منظم شحن MPPTأو ما يسمى في السوق متحكم مضخة المياه الشمسية (Solar pump controller)لتوفير التيار المستمر الكافي من الألواح الشمسية للمضخة. و عادة ما يكون منظم المضخات الشمسية مجهزا ببعض أدوات الحماية كمتابعة مستوى المياه سواء في البئر أو في الخزان.و التي سنراها في فقرات قادمة إن شاء الله.

من المهم كذلك أن نعرف أن استعمال البطاريات أمر غير ضروري و غير منصوح به في أنظمة مضخات المياه بالطاقة الشمسية. و ذلك نظرا لاستعمال خزانات المياه بدلا منها لتخزين الطاقة. و خزانات المياه دائما أفضل من البطاريات من ناحية عمرها الإفتراضي و تكلفة صيانتها.

-محركات مضخات المياه التي تعمل بالتيار المتردد: AC

هذا النوع من المضخات أكثر انتشارا من مضخات التيار المستمر. و يمكن أن نجد منها مضخات تعمل بالتيار المتردد أحادي الطور (فاز واحد) و مضخات أخرى تعمل بالتيار ثلاثي الطور (3 فاز).

من تابع هذه الدورة و فهمها سيعلم أنه من البديهي أننا نستحق انفرتر مع هذا النوع من المضخات لتحويل الكهرباء المستمر إلى متردد. و عادة ما تحتوي انفرترات مضخات المياه بالطاقة الشمسية على منظم MPPT لاستغلال القدرة القصوى للالواح.

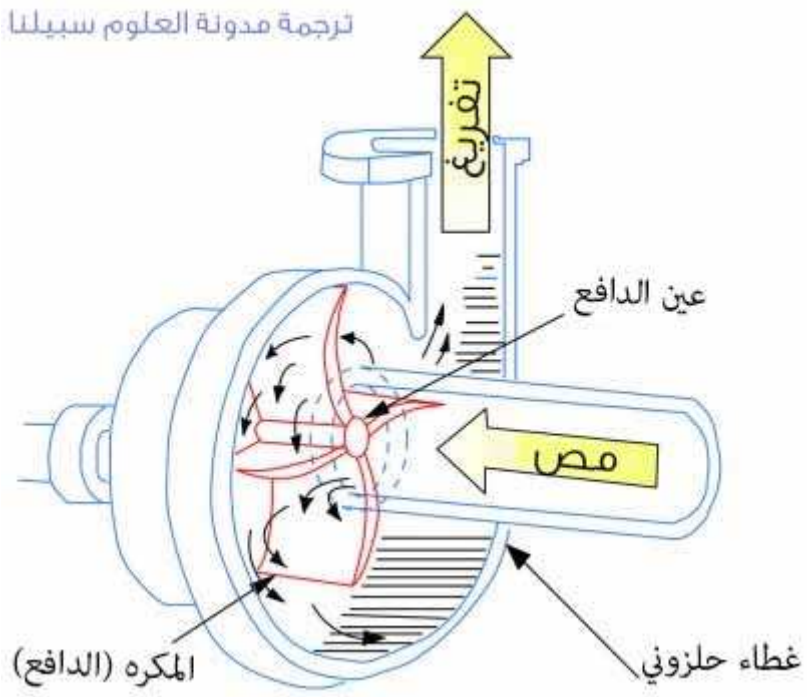


أنواع مضخات المياه حسب نوع المضخة نفسها (وليس محرك المضخة):

بدون أن نتعمق كثيرا يمكن نقسم مضخات المياه بالطاقة الشمسية إلى قسمين رئيسين حسب آلية عمل المضخة:

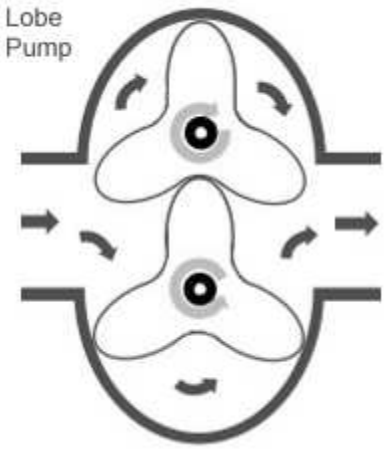
ـمضخات الطرد المركزي:(Centrifugal)

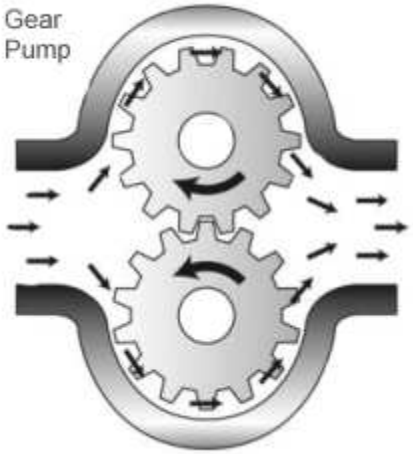
كما تشاهدون في الصورة التالية فإن مضخة الطرد المركزي تعتمد على المكره الذي يقوم المحرك بتدويره ليقوم هذا الأخير بضخ الماء.



ـمضخات الإزاحة الفعالة:(Positive displacement)

مضخات الإزاحة الفعالة تستعمل فصين أو مروحتين إن صح التعبير يدوران باتجاه معاكس لمص المياه و إزاحتها كما توضح الصورة التالية:





تنقسم كل من مضخات الطرد المركزي و مضخات الإزاحة الفعالة إلى نوعين من المضخات و ذلك حسب موقع عملها:

ـالمضخات السطحية

توضع على سطح الأرض اي لا تنزل في البئر. و لا تستعمل مع الآبار العميقة لكنها تستعمل في الآبار التي لا يتجاوز عمقها عشرة أمتار و منسوب المياه لا يقل فيها عن ثلاثة أمتار. أي بطريقة أخرى لا يمكنها سحب المياه من ارتفاع يزيد عن سبعة أمتار (تحديدا 7.6 متر.)

-

المضخات الغاطسة

هي مضخات تتميز بشكلها الصاروخي و قطرها الضعيف بحيث يمكن إنزالها داخل البئر و تعمل وسط الماء و عملها بدون ماء يتسبب في تلفها.

حوصلة:

إذن حتى نحوصل فإن المكونات الرئيسية لنظام مضخات الطاقة الشمسية هي كالآتي

ـالألواح الشمسية

ـمضخة المياه

ـالمتحكم في مضخات المياه بالطاقة الشمسية (في حالة استعمال مضخة DC)

ـانفرتر الطاقة الشمسية (في حالة استعمال مضخة(AC

حساب قدرة مضخات المياه بالطاقة الشمسية اللازمة

من أجل القيام بحساب قدرة المضخة المناسبة في نظام الطاقة الشمسية سنقوم بثلاثة مراحل بسيطة و هي كالآتي:

1ـحساب تدفق المياه المناسب

2ـحساب الارتفاع المانومتري الجملي (HMT)أو ارتفاع الضغط الديناميكي(TDH)

3ـاختيار مضخة الطاقة الشمسية المناسبة

المرحلة 1: حساب تدفق المياه المناسب

من أجل حساب تدفق المياه الذي نحتاجه في مزرعتنا يجب أن نعرف أولا كمية المياه التي تحتاجها في اليوم الواحد. و من أجل القيام بذلك يمكن الإستعانة بالجدول التالي حول حجم إستهلاك المياه في المزرعة لأنواع مختلفة من الحيوانات و غيرها.

الاستهلاك اليومي باللتر	نوع الدابة او الاستعمال
70	البقرة
25	العجل
55	الخيل العامل

35	الخيل الراعي
4	الخروف
1	الحمل
75	الشجرة متوسطة الحجم
200	الاستعمال المنزلي للشخص

طبعا هذه الأرقام تقريبية. فالإستهلاك المنزلي للماء يختلف من بلد لآخر و من شخص لآخر, و يختلف استهلاك النباتات للماء من نوع لآخر.

المهم, بعد أن نقوم بتحديد حجم الإستهلاك اليومي للماء نقوم بتحديد عدد ساعات ظهور الشمس في اليوم الواحد.

في تونس مثلا و حسب المعهد الوطني للرصل الجوي, فإن الشمس في أسوأ الحالات خلال فصل الشتاء تظهر لمدة 4 ساعات يوميا. و من جهة أخرى يصل عدد ساعات ظهورها إلى 12.6 ساعات في فصل الصيف في بعض المناطق.

أرى أن نختار خمس ساعات كعدد ساعات ظهور الشمس في اليوم .و ذلك لأن فترة 4 ساعات يوميا هي في فصل الشتاء كما قلنا. أي أنه من الممكن استغلال نزول الأمطار في تلك الفترة.

إذن بعد أن حددنا عدد ساعات ظهور الشمس **5 ساعات** فلنفرض أن استهلاك الماء في مزرعتنا هو **6000 لتر في اليوم الواحد** .كي نقوم بحساب تدفق المياه اللازم نقوم بالعملية التالية:

تدفق المياه = كمية المياه اللازمة / عدد ساعات ظهور الشمس

تطبيق هذه العملية على مثالنا الحالي:

تدفق المياه = 6000 / 5 = 1200 لتر في الساعة **20 =لتر في الدقيقة.**

المرحلة 2: حساب الارتفاع المانومتري الجملي HMT او ارتفاع الضغط الديناميكيTDH

في الواقع بعد بحثي حول كيفية اختيار مضخات المياه و جدت طريقتين متشابهتين معتمدان في حساب خصائص المضخات المائية.

الطريقة الأولى سأسميها الطريقة الأروبية و الطريقة الثانية سأسميها الطريقة الأمريكية. و الآن السؤال الذي يطرح نفسه هو متى نستعمل الطريقة الأولى و متى نستعمل الطريقة الثانية. ببساطة اختيار الطريقة التي نستعملها مرتبط بمعطيات الصانع كما سنرى في المرحلة الثالثة. فإن كان الصانع يستعمل ال **HMT** في كتيب المضخة فإننا نستعمل الطريقة الاوروبية أما إن كان يستعمل ال **TDH** فإننا نستعمل الطريقة الامريكية.

الطريقة 1: حساب الارتفاع المانومتري الجمليHMT

حساب الارتفاع المانومتري يتم باستعمال المعادلة التالية:

HMT = Ha+Hr+PC+Pr

HMT:الارتفاع المانومتري الجملي بالمتر

Ha:ارتفاع السحب و يمثل المسافة بين سطح الماء و محور المضخة و هذا الارتفاعي يساوي 0 في حالة استعمال المضخات الغاطسة.

Hr:ارتفاع التفريغ و يمثل الارتفاع بين محور المضخة و أعلى نقطة تفريغ مياه بالنسبة للمضخة السطحية.أما بالنسبة للمضخة الغاطسة فهو يمثل الارتفاع بين سطح الماء و أعلى نقطة تفريغ مياه.

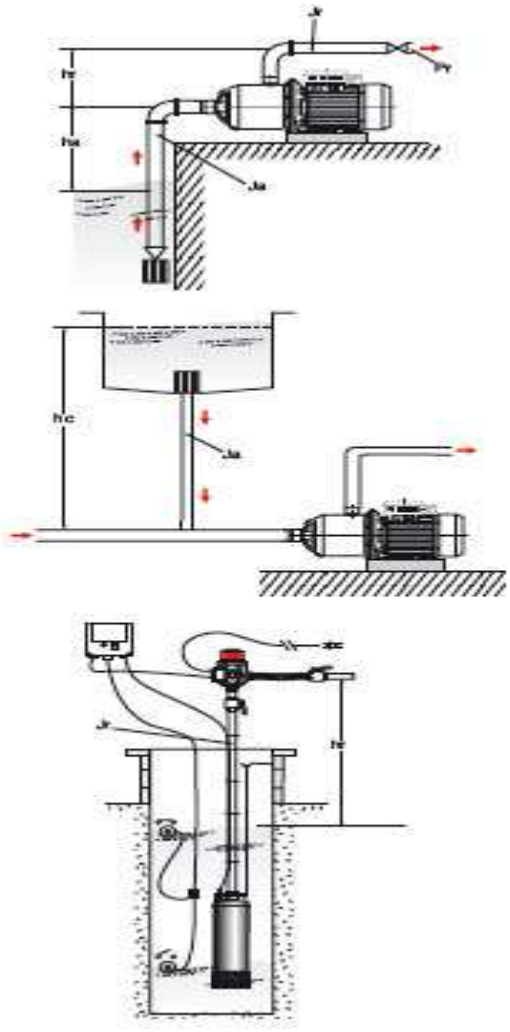
PC:متوسط فقدان الأحمال و تمثل الطاقة الضائعة في أنابيب المياه

PC=Ja+Jr

Jr:فقدان الاحمال في أنابيب التفريغ

Ja:فقدان الاحمال في أنابيب السحب, قيمتها صفر في حالة المضخات الغاطسة لانه لا يوجد أنابيب سحب في هذه الحالة.

Pr:الضغط المستعمل المطلوب عند فتح الحنفية يتراوح عادة بين 1 و 3 بار (أي بين 10 و 30 متر)



لمن لم يفهم المعادلة الأولى فإنه يمكن استعمال قاعدة أعم من القاعدة أعلاه و هي:

HMT = Hh + J a + J r + Pr

Hh :الحمل الهدروليكي و تمثل المسافة بين مستوى المياه و أعلى نقطة تفريغ بالمتر.

و من أجل تحويل Hh من المتر إلى الباسكال نستعمل المعادلة التالية:

Hh pa=Hh*9.1*r

r: تمثل كثافة السائل بال كغم\م³ و هي 1000 كغم\م³ بالنسبة للماء.

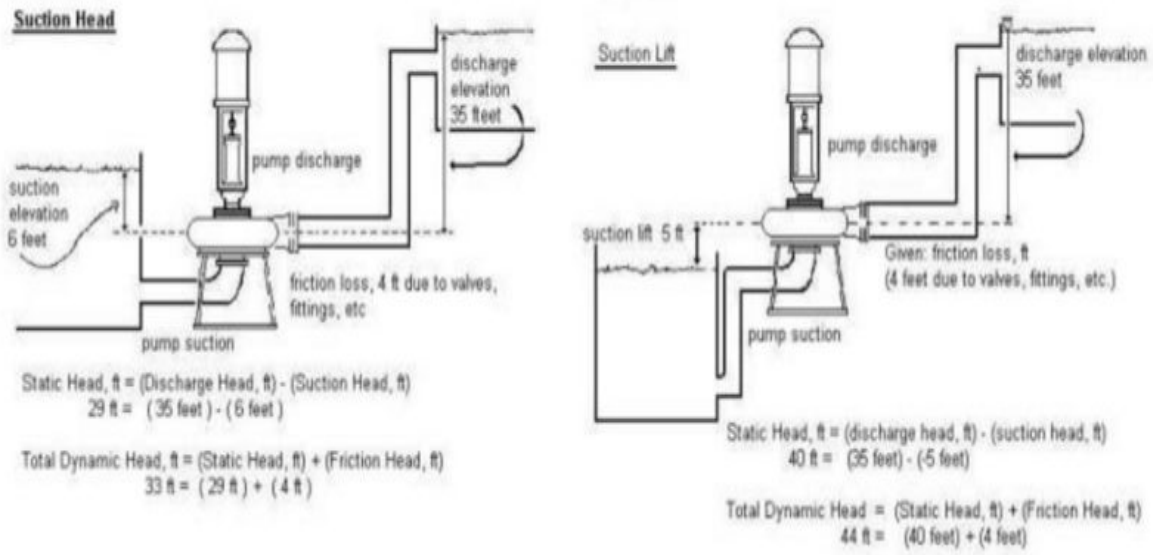
من أجل حساب فقدان الحمل يمكن الإستعانة بالجدول التالي الذي يقدم قيمة فقدان الحمل بالمم **للمتر الواحد** للانبوب حسب قطره و حسب قيمة التدفق.

التدفق	قطر الأنابيب (DN)											
m^3/h	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	65	80	100	125	150	200
0,2	15	3										
0,5	100	20	5	1								
0,7	200	40	10	2								
1	400	80	24	5	2							
1,5		170	50	10	5	1						
2		300	90	20	9	3						
3			210	45	22	6	2					
4			320	76	35	10	5	1				
5				130	60	18	7	2				
6				170	80	25	10	3				
7				250	120	35	13	3				
8				330	140	45	17	5	1			
9					190	57	21	6	2			
10					230	70	25	7	2			
12					330	100	35	10	3	1		
15						150	53	16	5	2		
20						260	88	28	8	3	1	
25						440	138	44	13	4	2	
30							188	63	19	6	2	
40							325	112	33	11	4	
50								175	52	17	7	1
60								250	76	24	10	2
70								340	102	33	13	3
80									134	43	17	4
100									210	68	26	6
150										153	58	12
200										272	104	22

pertes de charge exprimées en mm

الطريقة 2: حساب ارتفاع الضغط الديناميكيTDH

الفرق الرئيسي بين هذه الطريقة و الطريقة الأولى هو أن الطريقة الاوروبية تضيف) Pr الضغط المستعمل المطلوب إلى المعادلة(



باختصار لحساب ارتفاع الضغط الديناميكي يكفي استعمال المعادلة التالية:

TDH = Hh + J a + J r

و كما شرحنا في الطريقة الأولى فإن Hh هي الحمل الهيدروليكي (في الصورة أعلاه .(Static Head و مجموع Ja و Jr يمثل فقدان الحمل باللإحتكاك داخل الأنابيب (في الصورة أعلاه(Friction Head

في هذا الملف ستجدون تطبيق مفصل حول اختيار المضخات الغاطسة باستهمال ال :TDH ملف pdf انجليزي

المرحلة 3: اختيار مضخة الطاقة الشمسية المناسبة

كل صانع مضخات مياه لديه أنواع مختلفة من المضخات بخصائص مختلفة. و في كتيب الصانع نجد عادة منحنيات تمرز المضخات المائية. هذه المنحيات هي مقارنة لمعدل التدفق (أو السريان) بقيمة ال HMT او TDH.في الصورة التالية نجد مثال لهذه المنحنيات.

فلتفرض مثلا أن معدل التدفق الذي نحتاجه في مزرعتنا هو 2.5 م³ في الساعة و أن HMT الذي حسبناه هو 36.1 متر. إذن نقوم برسم نقطة التقاطع لهذين القيمتين كما هو مبين في الصورة التالية. و المضخة التي نختارها يجب أن يكون المنحنى الخاص بها فوق نقطة التقاطع. في حالتنا المضخة المناسبة هي من نوع.HMP 604

الطريقة الثانية من أجل اختيار مضخات المياه بالطاقة الشمسية هي عن طريق حساب قدرة المضخة. هذه الطريقة أقل دقة من الطريقة الأولى حيث أن قدرة المضخة لا تحدد القيمة الدقيقة للتدفق و ال HMT او ال TDH. لكننا في كل الحالات نحتاج معرفة قدرة محرك المضخة لنعرف عدد الألواح اللازم لنظام مضخات الطاقة الشمسية.

و من أجل حساب قدرة محرك المضخة يجب حساب قدرة المضخة أولا باستعمال المعادلة التالية:

قدرة المضخة بالواط =الحمل الهيدروليكي بالباسكال * (Hh pa)معدل التدفق بالم³ في الثانية

وقد سبق و رأينا كيف نحول الحمل الهيدروليكي من المتر إلى الباسكال.

إذن بعد القيام بحساب قدرة المضخة يكفي نقسم هذه القيمة على كفاءة المضخة لنتحصل على قدرة المحرك اللازمة.

قدرة محرك المضخة= قدرة المضخة / كفاءة المضخة.

كفاءة المضخات المائية تتراوح عادة بين 0.4 و 0.8.

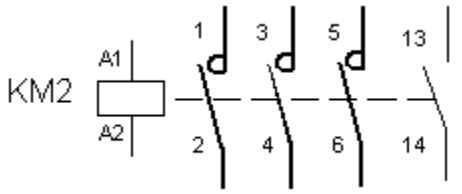
أهم العناصر الالكترونية لحماية مضخات المياه

تستوجب مضخات المياه بالطاقة الشمسية حماية الكترونية خاصة. لذلك سنتعرف في هذه الفقرة على أهم العناصر الالكترونية التي توفر الحماية للمضخات المائية و التحكم فيها.

الكونتاكتور

لمن يعرف الريليه فإن الكونتاكتور له نفس وظيفة هذا الأخير و له نفس طريقة عمله. إلا أن الكونتاكتور مخصص للتيارات القوية و عادة ما يستعمل في الكهرباء ثلاثية الطور. يتكون الكونتاكتور من وشيعة (المستطيل في الصورة التالية) ومن قواطع تغير حالتها حسب حالة الوشيعة (يمر فيها تيار أم لا). فمثلا لو أن القواطع مفتوحة في البداية(في حالة عدم وجود تيار في الوشيعة) فإن هذه الأخيرة ستغلق عند تمرير الكهرباء في

الوشيعة.أي بطريقة أخرى الوشيعة تستعمل للتحكم في القواطع. و الصورة التالية هي عبارة عن رمز الكونتاكتور.



المرحل الحراري

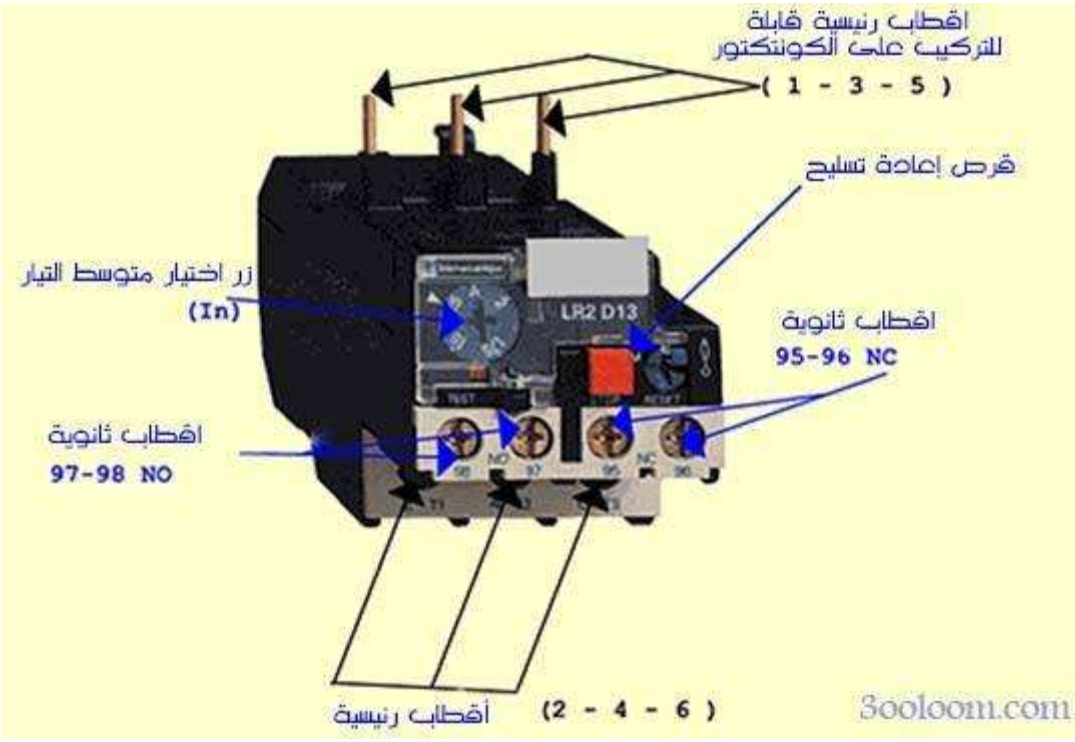
مثل القواطع الكهربائية المنزلية الحرارية فإن الوظيفة الأساسية للمرحل الحراري (Thermal relay)هي حماية المحرك من الحمل الزائد. و كما ترون في الصورة التالية فإن المرحل الحراري يتكون خارجيا من:

-أقطاب رئيسية تربط بالفازات الثلاثة عادة

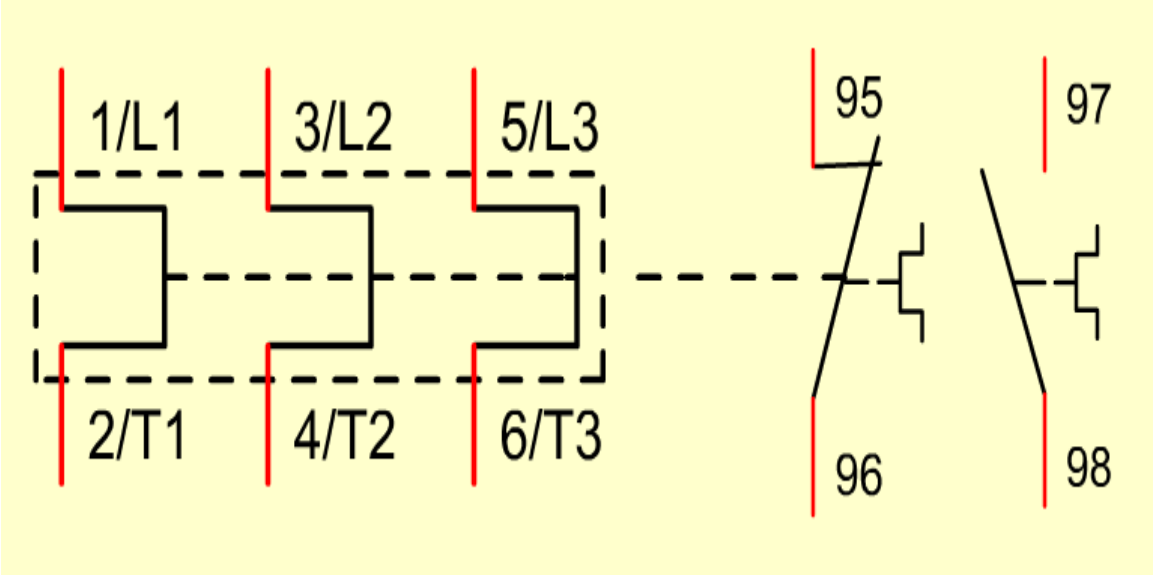
-أقطاب ثانوية بنوعين NC مغلق في البداية و NO مفتوح في البداية.

-زر إعادة التسليح أوSTOP

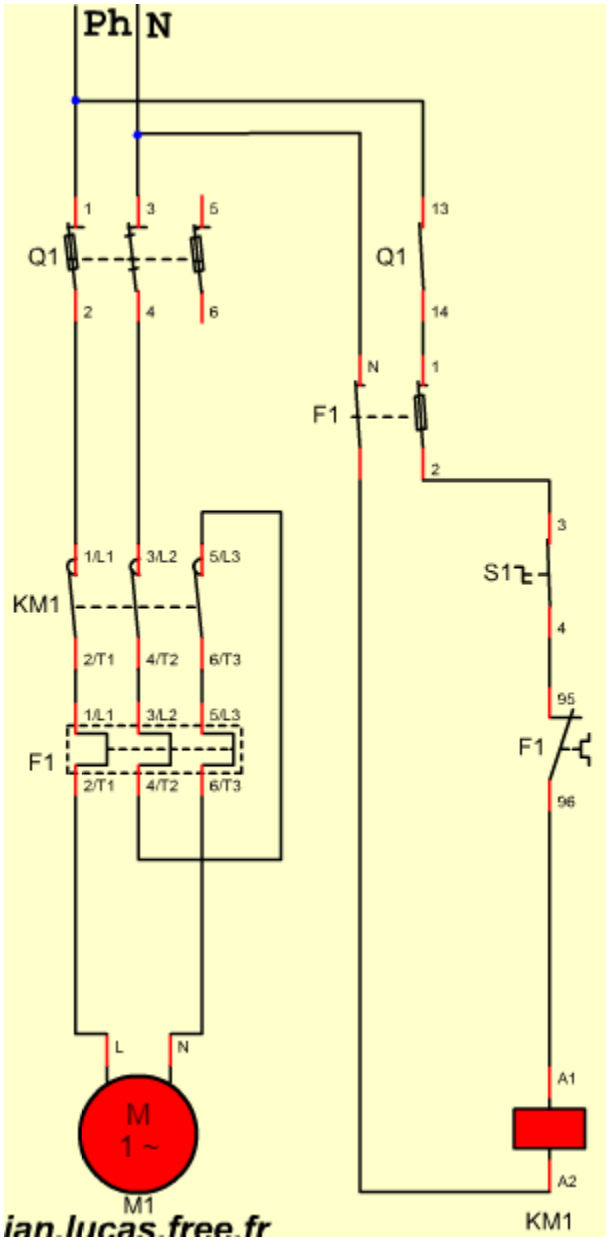
-زر لاختيار نوعية إعادة التسليح اوتوماتيكي أو يدوي



في الصورة التالية رسم لرمز المرحل الحراري بأقطابه الرئيسية و الثانوية مرقمة كما في الصورة أعلاه. عندما تصل الموصلات الرئيسية إلى درجة حرارة معينة نتيجة الحمل الزائد فإن القواطع الثانوية تغير وضعيتها.



في الصورة التالية مثال لتوصيل المرحل الحراري و الكونتاكتور و عناصر أخرى كالفيوز من أجل التحكم في المحرك و حمايته.



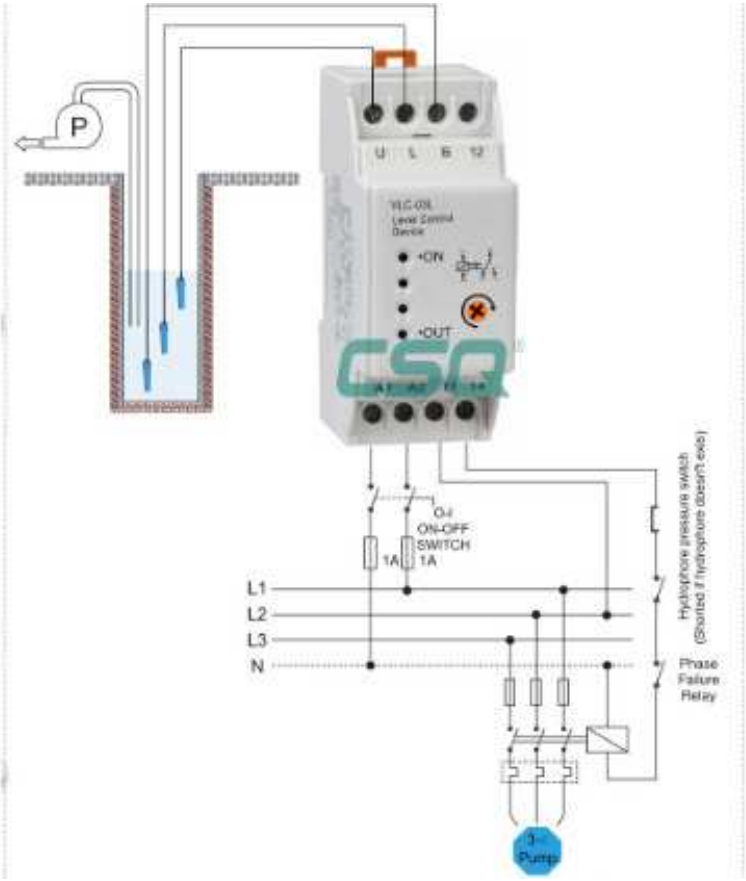
و لمن لم يفهم التوصيل أعلاه فإنه عند الضغط على الزر S1 و إغلاقه فإن الوشيعة KM1 على اليمين تتوصل بالكهرباء و بالتالي تغلق قواطع الكونتاكتور KM1 على اليسار فيشتغل المحرك .M و في حال حدوث حمل زائد على المحرك فإن المرحل الحراري سيتسبب في فتح القاطعة F1 على اليمين (بين 95 و 96). و بالتالي سيقطع التيار على الوشيعة و تفتح قواطع الكونتاكتور و يتوقف المحرك.

مرحل مستوى المياه

كما يوضح اسمه فإن وظيفة مرحل مستوى المياه الرئيسية هي مراقبة مستوى المياه.وهو يستعمل لتجنب فيضان الخزان أو تفريغه إلى حد نفاذه التام من الماء. كما يستعمل كذلك لمراقبة مستوى المياه داخل البئر و التأكد

من أن المضخة الغاطسة تعمل وسط الماء لأن عكس ذلك يؤدي إلى هلاك المضخة.

في الصورة التالية توصيل لأحد أنواع مرحلات مستوى المياه. حيث أن هذا التوصيل لهذا المرحل يسمح بالحفاظ على مستوى المياه في الخزان بين الحساس **U** و الحساس) **L** باللون الأزرق في الخزان). حيث أنه يقطع التيار على المضخة إذا وصل مستوى الماء إلى المستوى الأدنى .**L** و يرجعها للعمل في حالة وصول مستوى الماء إلى المستوى الأعلى.**U**



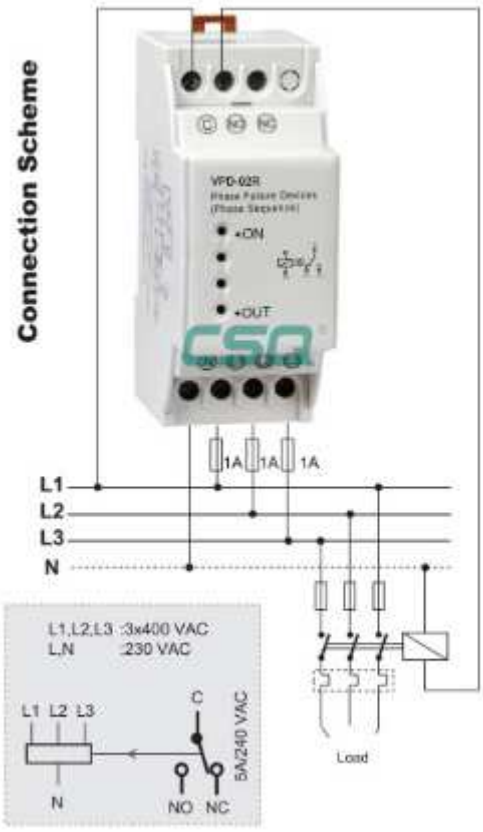
لتفادي فيضان الخزان يمكن كذلك أن نستعمل القاطعة العائمة (*float switch*) حيث تقوم هذه الأخيرة بقطع الكهرباء عندما يصل الماء إلى مستواها.

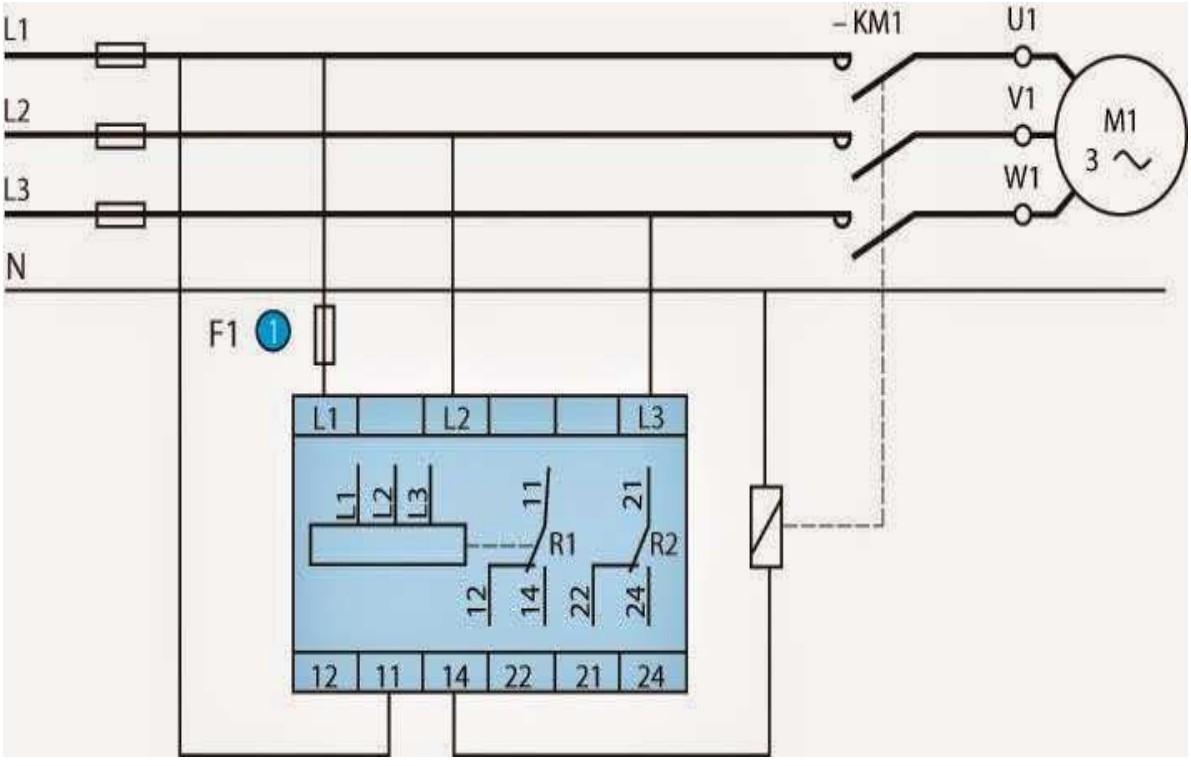
في الصورة التالية مثال لأحد أنواع القواطع العائمة مفتوحة لنرى ما بداخلها. عند وصول الماء إلى مستوى القاطعة العائمة تتحرك الكرة الحديدية لتتسبب في الضغط على زر القطع أو تركه.

مرحل الفاز

مرحل الفاز أو مرحل تتابع الفاز (phase sequence relay) يستعمل مع الكهرباء ثلاثية الطور. و الهدف من تركيبه هو تفادي المشاكل التي تسببها الفازات كعكس ترتيب الفازات أو نقص في أحد الفازات أو تغير قيمة الجهد. كل هذه المشاكل قد تسبب أضرار للمحرك و هنا يأتي دور مرحل الفاز حيث يقطع هذا الأخير الكهرباء عن وشيعة الكونتاكتور لقطع الكهرباء عن المحرك الخاص بمضخات المياه بالطاقة الشمسية.

و في الصور التالية أمثلة لتوصيل مرحل الفاز لفهم أكثر لكيفية عمله.





مكثفات المحركات الكهربائية و أنواعها

تستعمل بعض مضخات المياه بالطاقة الشمسية مكثفات من أجل تشغيل محركاتها لذلك سنتعرف الآن على أنواع هذه المكثفات.

تقسم المكثفات التي تركب مع المحركات إلى نوعين أساسين هما مكثفات الإنطلاقة و المكثفات المستمرة.

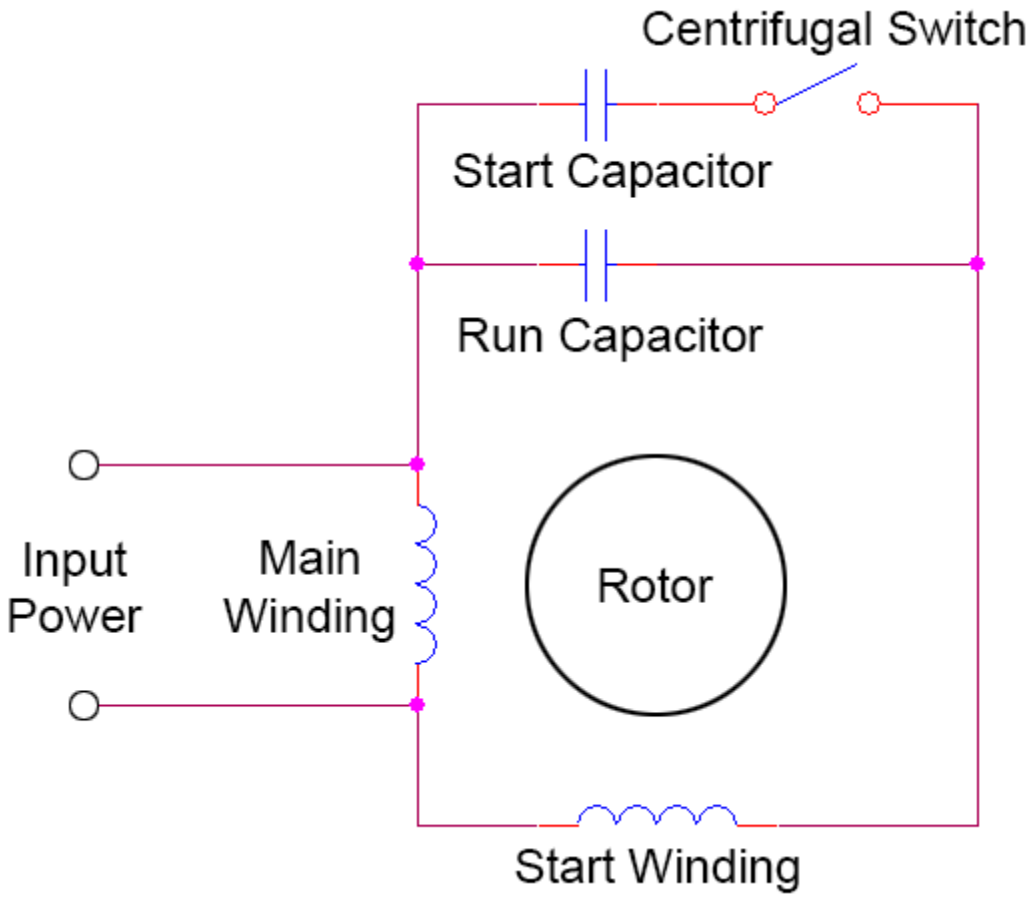
المكثفات المستمرة

كما يوضح إسمها فإن المكثفات المستمرة تعمل طول فترة عمل المحرك. و وظيفتها الأساسية هي زيادة قيمة عامل القدرة (power factor) او cosφ. بالإضافة إلى أن بعض أنواع المحركات الحثية ذات الطور الواحد تتطلب استعمال مكثفات مستمرة.

و تتكيز المكثفات المستمرة بقيمة صغيرة مقارنة بمكثفات الإنطلاقة. حيث تتراوح هذه القيمة عادة بين 1.5 µF و 100µF.

أما فولطية هذا المكثف فتتراوح بين 370 و 440 فولط في أنظمة 240 فولط. أما في أنظمة 480 فولط فهذه القيمة تساوي عادة 600 فولط.

الصورة التالية توضح كيفية توصيل مكثف الانطلاقة و المكثف المستمر مع محرك حثي.

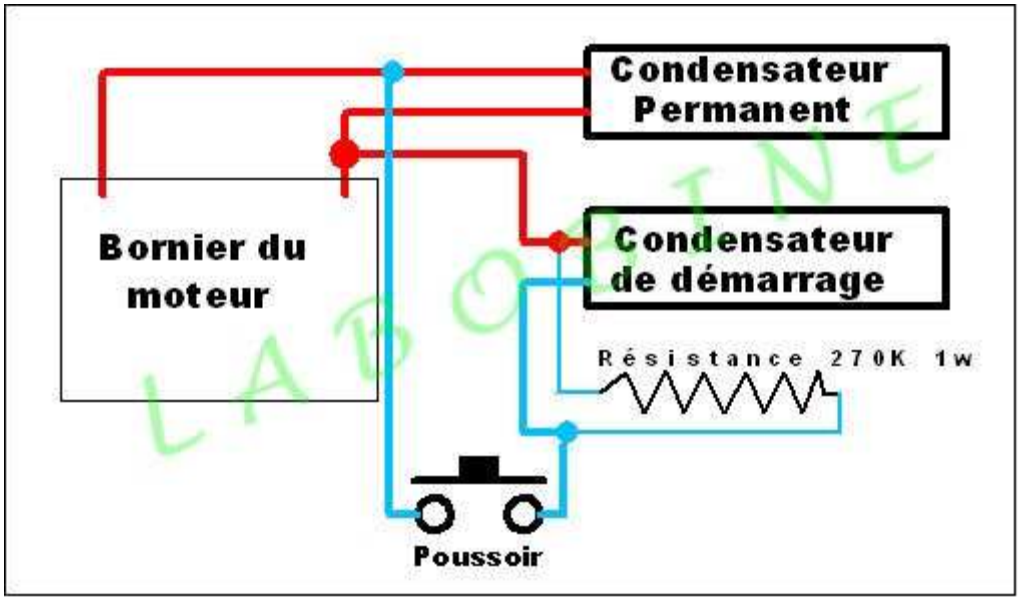


مكثفات الإنطلاقة

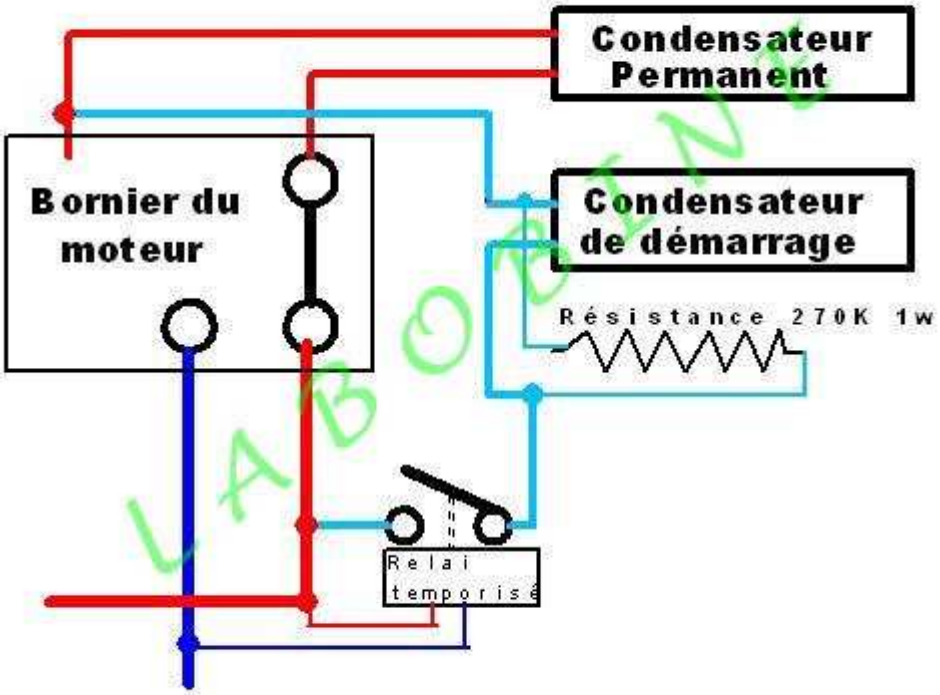
تستعمل مكثفات الانطلاقة كما يوضح إسمها عند انطلاق المحركات الحثية أحادية الطور. و يقع فصلها عند وصول سرعة المحرك إلى 75 بالمائة من سرعته القصوى. و تتميز هذه المكثفات بقيمة عالية تتجاوز 70 .µF و الفولطيات الأكثر إستعمالا لهذه المكثفات هي : 125/110 ,V 165V, 220/250Vاو 330 فولط.

و بما أن مكثفات الإنطلاقة تعمل فقط عند بداية تشغيل المحرك يجب إذن إيجاد حلول لقطع المكثف بعد و صول سرعة المحركة إلى القيمة المطلوبة. ومن هذه الحلول نذكر اربعة:

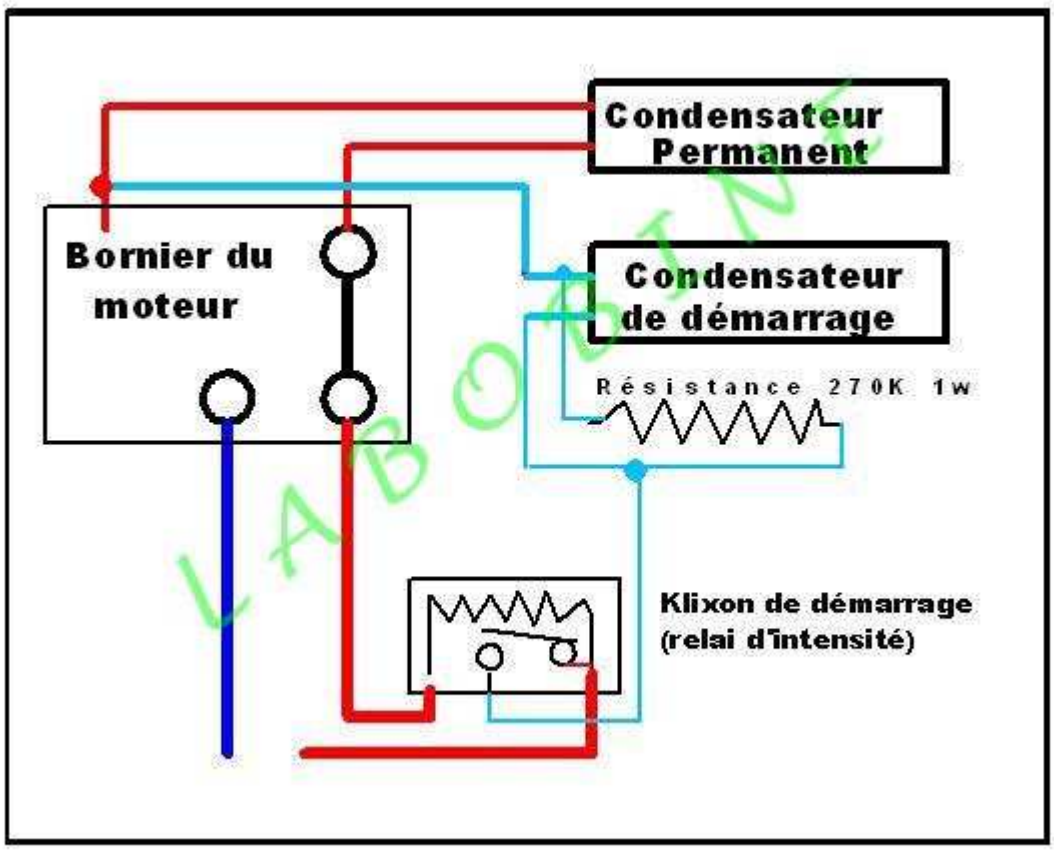
1-استعمال الزر الدفعي :Pushbutton استعمال يدوي يستوجب الضغط على زر المكثف في نفس و قت الضغط على زر تشغيل المحرك.مقاومة التفريغ ليست ضرورية لكن منصوح بها لإطالة عمر المكثفين.



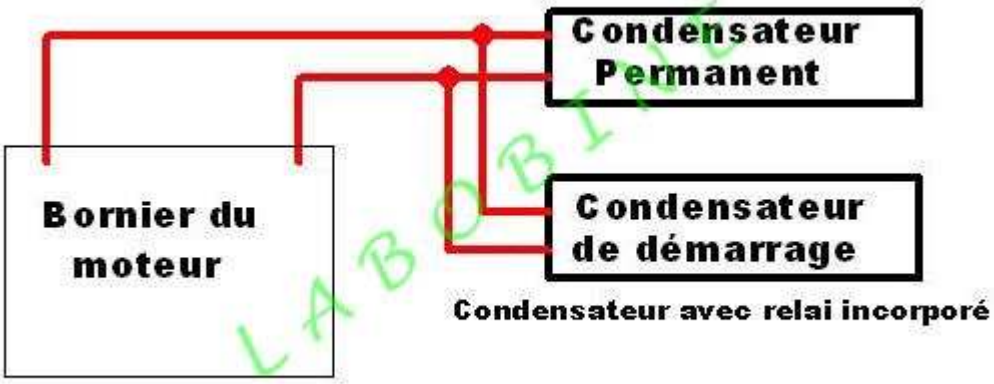
2-استعمال المرحل الوقتي



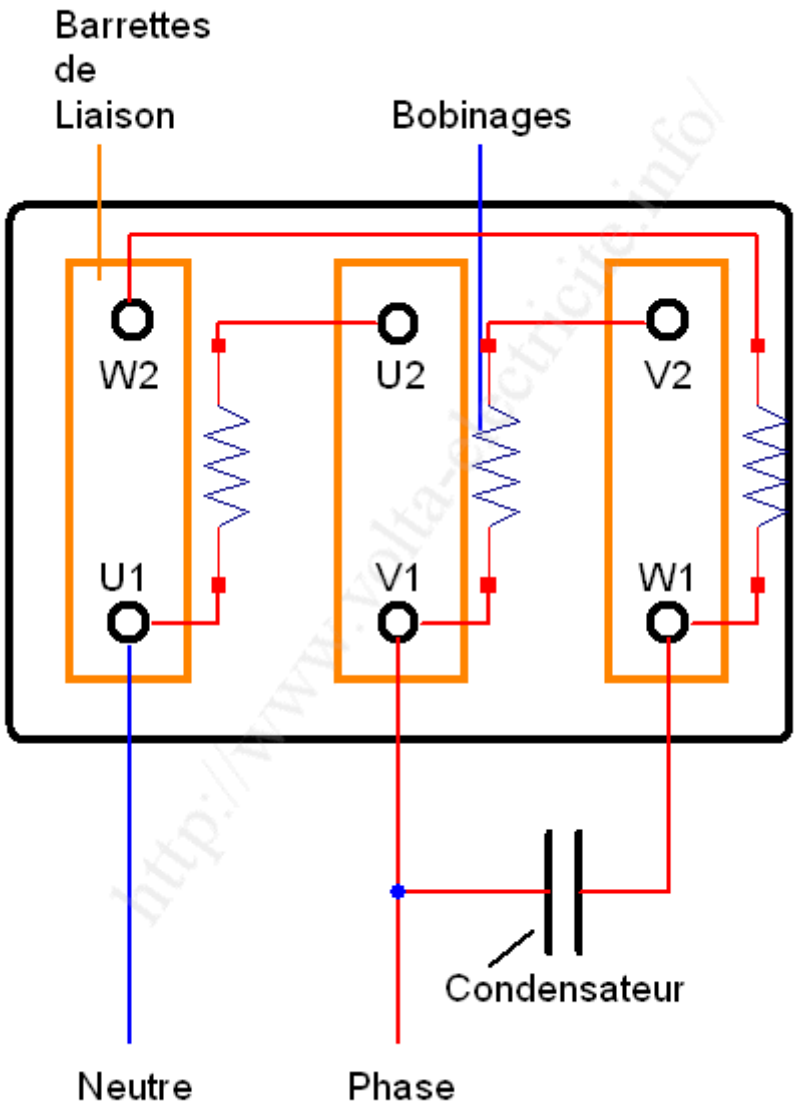
3-استعمال مرحل التيار أو ما يسمى بklixon



4-استعمال مكثف يحتوي في وسطه على مرحل: تعتبر الاسهل من ناحية التوصيل



يمكن كذلك أن تستعمل المكثفات من أجل استعمال محرك ثلاثي الطور مع تيار ثنائي الطور عن طريق توصيله كما في الصورة التالية. لكن يجب أن نعرف أن هذه الطريقة تفقد المحرك حوالي 30 بالمائة من قدرته.



حساب قيمة المكثف اللازمة

من أجل حساب قيمة مكثف الإنطلاقة المطلوبة بال µF يكفي القيام بالمعادلة التالية

C = 50*P*(220/v)*(50/f)*1

C: قيمة المكثف بال µF

P: قدرة المحرك بالحصان

f: التردد بالهارتز

v: الفولطية

و من أجل حساب قيمة المكثف الذي سنستعمله من أجل استعمال محرك ثلاثي الطور في كهرباء أحادي الطور يمكن استعمال الموقع التالي .حيث يطلب هذا الموقع ادخال التيار الذي يعمل به المحرك لحساب قيمة المكثف اللازمة. ويعتمد على المعادلة التالية:

((μf=I*(f*V*6,28*10(-6

في ختام هذا الدرس آمل أن يكون كل شيء واضح حول مضخات المياه بالطاقة الشمسية. و لا تنسو دعم الموضوع بتعليقاتكم و إضافاتكم و استفساراتكم.