الفصل الثاني

المحرك الحثي الأحادي الوجه

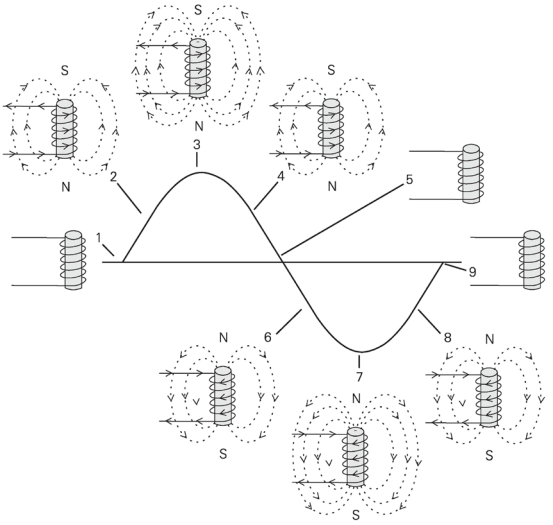
Single Phase Induction Motor

مقدمة:

محركات الفاز الواحد تشبه محركات الثلاث فاز من حيث التركيب فهي تتكون من عضو ثابت وعضو دوار ومحتوى خارجي ولكنه تختلف من حيث نظرية العمل.

نظرية عمل المحرك أحادي الوجه:

إذا تم تسليط مصدر التيار المتردد أحادي الوجه على ملفات العضو الساكن فإن التيار وبالتالي الفيض المتولد يزيد من الصفر حتى يصل إلى أقصى قيمة في الجزء الموجب، ثم ينقص من أكبر قيمة إلى الصفر في الاتجاه الموجب أيضا، ثم يتكرر ذلك في الاتجاه السالب كما في الشكل التالي:



شكل (12) الفيض المتولد من موجة التيار

من الشكل السابق نلاحظ الآتي:

1- عند الزمن 1 نلاحظ أنه لا يوجد تيار، وبالتالي لا يوجد فيض مغناطيسي.

2- عند الزمن 2 يزيد التيار، وبالتالي الفيض إلى قيمة متوسطة ويكون الفيض المتولد له قطبية معينة.

3- عند الزمن 3 نلاحظ أن التيار قيمة عظمى، وبالتالي يكون الفيض قيمة عظمى بنفس القطبية.

4- عند الزمن 4 ينقص التيار، وبالتالي ينقص الفيض إلى قيمة متوسطة بنفس القطبية.

5- عند الزمن 5 ينقص التيار، وبالتالي الفيض إلى الصفر.

6- عند الزمن 6 يزيد التيار، وبالتالي الفيض إلى قيمة متوسطة ولكن بقطبية معكوسة.

7- عند الزمن 7 يزيد التيار إلى قيمة عظمى، وبالتالي يكون الفيض قيمة عظمى بنفس القطبية الجديدة.

8- عند الزمن 8 ينقص التيار، وبالتالي الفيض إلى قيمة متوسطة بنفس القطبية.

9- عند الزمن 9 ينقص التيار، وبالتالي الفيض إلى الصفر.

ففي النصف الأول من الموجة يتولد فيض، هذا الفيض يخترق الثغرة الهوائية وتقوم قضبان العضو الدوار بقطع خطوط هذا الفيض وينتج عزم يحاول دوران العضو الدوار في اتجاه معين، ولكن في النصف الثاني من الموجة ينتج فيض معاكس كما في الشكل السابق، هذا الفيض يعمل على دوران العضو الدوار في الاتجاه المعاكس فتكون المحصلة هي فرملة العضو الدوار بحيث يتأرجح في كل نصف دورة، لأن الفيض المتولد هو فيض متردد وليس فيضا دوارا، حيث إنه يزيد من الصفر إلى أقصى قيمة في الاتجاه الموجب ثم يقل إلى الصفر في نفس الاتجاه، ثم يزيد من الصفر إلى أقصى قيمة في الاتجاه السالب ثم يقل إلى الصفر ثم يتكرر ذلك في باقي الموجة.

لاحظنا أنه من السهولة بمكان إنتاج فيض دوار في حالة محركات 3 فاز

وذلك نظرا لوجود ثلاث موجات للتيار بينهم 120 در جة كهربية، فكان يتم تقسيم الملفات إلى ثلاثة ملفات ويتم تغذية كل ملف من فاز،

لذلك لتوليد مجال دوار في محركات أحادية الأوجه لابد من عمل الآتي:

1– تقسيم الملفات إلى ملفين.

2– إيجاد موجتين للتيار.

أولا: تقسيم الملفات إلى ملفين:

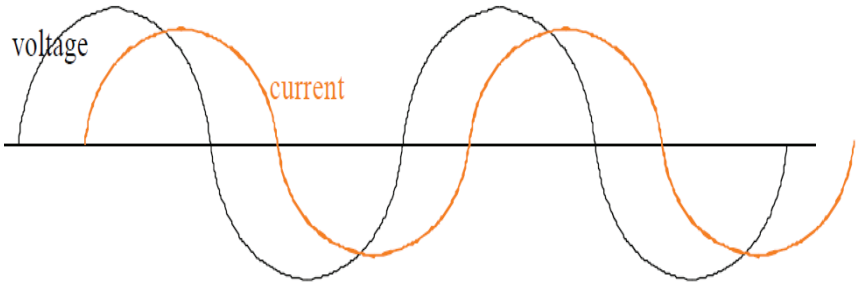
يتم تقسيم الملفات إلى ملفين الملف الأول يسمى ملف التشغيل Main Winding ويتم لفه على ثلثي عدد مجاري العضو الثابت والملف الثاني يسمى ملف التقويم Auxiliary Winding ويتم لفه على الثلث الباقي للمجاري.

ثانيا: إيجاد موجتين للتيار:

نظرا لأن مصدر التغذية هو مصدر أحادي الطور، فلكي يتم إيجاد موجتين للتيار يتم عمل الآتي:

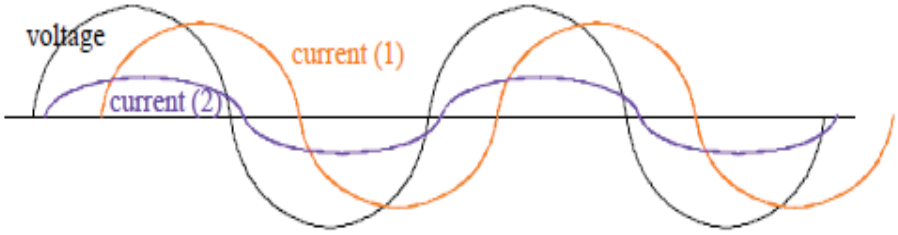
1– نعلم أنه في حالة الملف المثالي فإن موجة الجهد تسبق موجة التيار بزاوية 90 درجة، ولكن في الحياة العملية لا يوجد ملف مثالي فتكون الزاوية أقل من 90 درجة.

فإذا تم لف ملف التشغيل بسلك سميك وعدد لفات كبير فإن المقاومة ستصبح صغيرة وتكون المحاثة كبيرة وتصبح الزاوية بين الجهد والتيار حوالي 75 درجة.



شكل (13) توليد فرق في الطور بين موجة الجهد وموجة التيار

2– يتم لف ملف التقويم بسلك رفيع وعدد لفات قليل فستصبح المقاومة كبيرة والمحاثة صغيرة وتصبح الزاوية بين الجهد والتيار قليلة حوالي 15 درجة وتكون قيمة التيار صغيرة أيضا.



شكل (14) توليد موجتين للتيار

وبالتالي يتم حصول موجتين للتيار بينهما حوالي زاوية مقدارها 60 درجة، فعند تسليط مصدر أحادي الطور فإن التيار في ملف التقويم يصل إلى أقصى قيمة قبل تيار ملف التشغيل بزاوية كهربية مقدارها 60 درجة، ينتج عن هذين التيارين مجال دوار يعمل على حركة المحرك.

أنواع محركات أحادية الأوجه :

1- **محركات الوجه المشطور** Split Phase Motor :

مكوناته:

1– ملف تشغيل Run Winding .

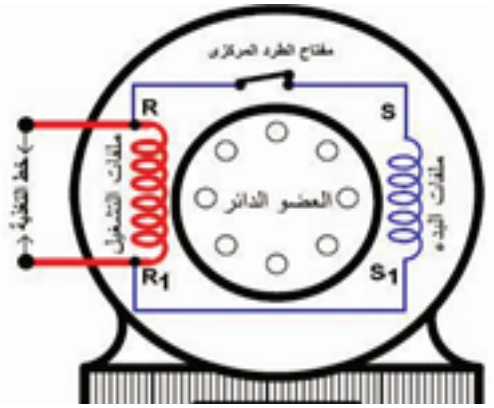
2– ملف تقويم Start Winding .

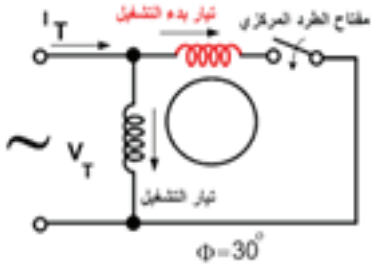
3– مفتاح طرد مركزي Centrifugal Switch .

طريقة التوصيل:

فالمحرك يخرج منه أربعة أطراف، طرفين من ملف التشغيل وطرفين من ملف البدء، فيتم توصيل أحد أطراف ملفات البدء و أحد أطراف ملفات التشغيل معا ثم يتم توصيلهم مع خط من خطي المصدر، و يتم توصيل طرفي مفتاح الطرد المركزي مع الطرفين المتبقيين لملفات البدء والتشغيل، ثم يتم توصيل الطرف

الثاني لخطي التغذية بطرف مفتاح الطرد المركزي المتصل مع طرف ملف التشغيل، ويستخدم مفتاح الطرد المركزي وذلك لفصل ملفات التقويم عندما تصل سرعة المحرك % 75 من السرعة الاسمية حيث إن ملف التقويم يكون سلكه رفيعا وعدد لفاته قليلة، فلو استمر في الدائرة فسوف يحترق .. والشكل التالي يوضح طريقة التوصيل:





شكل (15) توصيل محرك الوجه المشطور

مميزاته:

1- بسيط في التركيب.

2- رخيص.

عيوبه:

1- عزم البدء منخفض من % 100 إلى % 175 من عزم الحمل الكامل.

2- تيار البدء عالي جدا من % 700 إلى % 1000 من تيار الحمل الكامل.

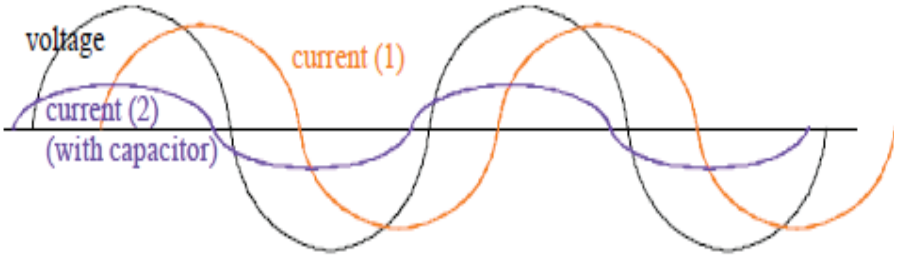
3- زمن البدء عالٍ مما يسبب سخونة ملفات التقويم وانهيارها، لذلك لا يفضل استخدامه في الأحمال التي تحتاج عزم بدء عالٍ.

استخداماته:

تتراوح قدراته من 20/ 1 إلى 3/1 حصان لذلك يتم استخدامه في محركات الغسالات العادية – الشفاطات – المراوح الصغيرة.

2- **محركات ذات مكثف بدء** Capacitor Start Motor :

نعلم أن المجال المغناطيسي يؤثر على الموصل بقوة (F = B x I x L x sin Ø) وحيث إنه في محرك الوجه المشطور تكون الزاوية بين موجتي التيار 60 درجة فإن عزم البدء يكون قليلا، ولكي يكون العزم قيمة عظمى فلابد من أن تكون الزاوية 90 درجة (1 = 90 sin)، وحيث إن موجة تيار ملف التشغيل تتأخر عن موجة الجهد بزاوية مقدارها 75 درجة، وموجة تيار ملف التقويم تتأخر بزاوية 15 درجة عن موجة الجهد، فإذا تم توصيل مكثف ذات مواصفات خاصة على التوالي مع ملف التقويل بحيث تسبق موجة تيار التقويم (لأن المكثف يجعل تيار ملف التقويم تيارا سعويا) بزاوية مقدارها 15 درجة وبالتالي تكون الزاوية بين ملفي التشغيل والتقويم تساوي 90 درجة.



شكل (16) توليد موجتين للتيار في وجود مكثف

مكوناته:

1- ملف تشغيل Run Winding .

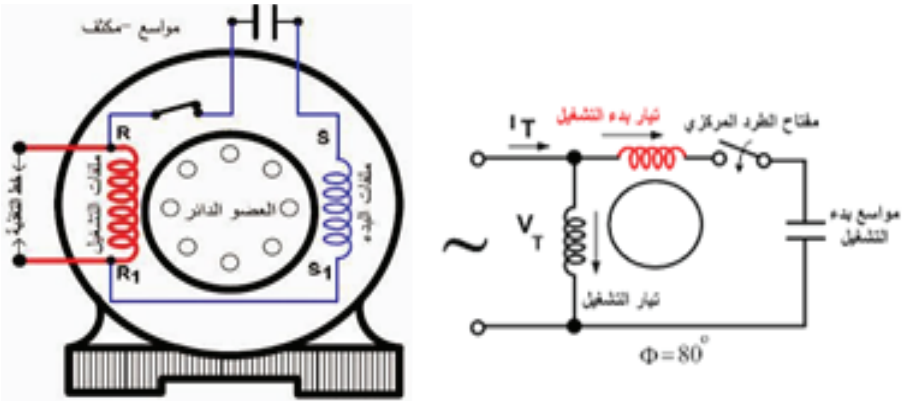
2- ملف تقويم Start Winding .

3- مفتاح طرد مركزي Centrifugal Switch.

4- مكثف بدء.

طريقة التوصيل:

يتم توصيل أحد طرفي ملف التشغيل مع أحد طرفي ملف البدء ويتم توصيلهما بخط من خطي التغذية. ثم يتم توصيل طرف من مفتاح الطرد المركزي مع طرف التشغيل الثاني، ويتم توصيل الطرف الثاني لمفتاح الطرد مع طرف من طرفي المواسع (المكثف)، والطرف الثاني للمواسع مع الطرف الثاني للتقويم، ويتم توصيل الطرف الثاني لخطي التغذية بطرف مفتاح الطرد المركزي المتصل بطرف التشغيل. وهنا أيضا ستنفصل ملفات التقويم عن التيار هى والمكثف، حيث إن سمك سلك ملف التقويم وعدد لفاته أقل من سمك سلك ملف التشغيل فى حدود2/3 تقريباً .والمكثف فى هذه الطريقة يعتبر مساعداً مع ملفات التقويم فى زيادة عزم بدء دوران المحرك، حيث يعمل هذا المكثف على تحسين زاوية الوجه لتقترب من 90 درجة . بحيث يكون التيار في ملفات البدء والمكثف متقدما عن الجهد، أما في ملفات التشغيل فيكون التيار متأخرا عن الجهد.ويكون المكثف عادة مثبتا بأعلى المحرك ويعطي المحرك ذو المكثف عزم دوران عند بدء الحركة أكبر من ذلك الذي يعطيه محرك الوجه المشطور، ومن الممكن أن يفقد المكثف خواصه نتيجة لكثرة التشغيل أو السخونة الزائدة أو لأي سبب آخر، ويجب عند استبدال المكثف بآخر يكون له نفس السعة تقريبا، وإلا فإن المحرك قد لا يستطيع أن يولد عزم الدوران المطلوب عند البدء، والشكل التالي يوضح توصيل المحرك:



شكل (17) محرك وجه واحد بمكثف بدء

مميزاته:

1- عزم البدء عالي من 200 إلى 400 % من عزم الحمل الكلي.

2- تيار البدء أقل من المحرك ذي الوجه المشطور من 450 إلى 575 % من تيار الحمل الكامل، لذلك يتحمل عدد مرات أكبر من التشغيل.

عيوبه:

1- أغلى من المحرك ذي الوجه المشطور.

استخداماته:

تتراوح قدرة هذه المحركات بين (1/20) من الحصان إلى أكثر من واحد حصان، ويستعمل على نطاق واسع لإدارة أجهزة التكييف والغسالات الكهربائية والمحركات التي تستخدم فيها سيور و البلاور الكبيرة.

3- **محركات ذات مكثف تشغيل** Capacitor Run motor:

مكوناته:

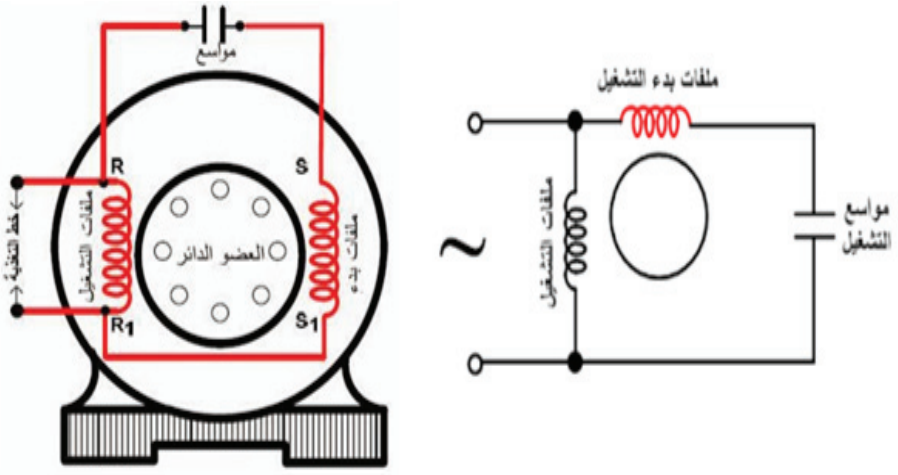
1- ملف تشغيل Run Winding .

2- ملف تقويم Start Winding.

3 – مكثف (مواسع) تشغيل.

طريقة التوصيل:

يتم ربط طرف من ملف التشغيل مع طرف من ملف البدء، وقد يكون هذا التوصيل داخل المحرك ويتم توصيلهما بخط من خطي التغذية. ثم يتم توصيل طرفي المكثف مع الطرفين المتبقين للبدء والتشغيل، ومن ثم وصل الخط الثاني لخطي التغذية بطرف المواسع المتصل بالتشغيل، وتكون لفات التقويم فى هذه الحالة تساوى عدد لفات التشغيل تقريباً.أما بالنسبة لمساحة مقطع سلك التقويم، فمن الممكن أن تتساوى مع مساحة مقطع سلك التشغيل أو أقل منه تختلف فى تصميم محرك إلى محرك آخر، و تكون سعة المكثف الدائم فى الدائرة عادة أقل من سعة المكثف الذى يخرج من الدائرة والمكثف الدائم فى الدائرة له دور أساسى فى التشغيل وتلفه يؤدي إلى عدم قدرة المحرك على الدوران .ولا يمكن إلغاء المكثف أو ملفات التقويم وبدء دوران المحرك بدفعه يدوياً، وعند تغيير المكثف فى هذه الطريقة بغيره بمكثف له نفس السعة قدر المستطاع فإن الزيادة فى سعة المكثف تؤدى إلى ارتفاع فى شدة التيار فى الدائرة فيكون تأثيره على إتلاف المحرك تأثيراً مباشراً، والشكل التالي يوضح توصيل المحرك:



شكل (18) محرك وجه واحد بمكثف تشغيل

مميزاته:

1- لا يوجد به مفتاح طرد مركزي.

2- يمكن عكس حركته بسهولة.

3- ذو كفاءة عالية.

4- معامل القدرة له مرتفع.

5- تيار البدء منخفض.

عيوبه:

1- عزم البدء منخفض من 30 % إلى 150 % من عزم الحمل الكامل.

استخداماته:

1- محركات المياه – مراوح المكتب والسقف.

4- **محركات ذات مكثف بدء ومكثف تشغيل** Capacitor Start / Capacitor Run motor :

مكوناته:

1- **ملف تشغيل** Run Winding.

2- **ملف تقويم** Start Winding .

3- **مكثف تشغيل.**

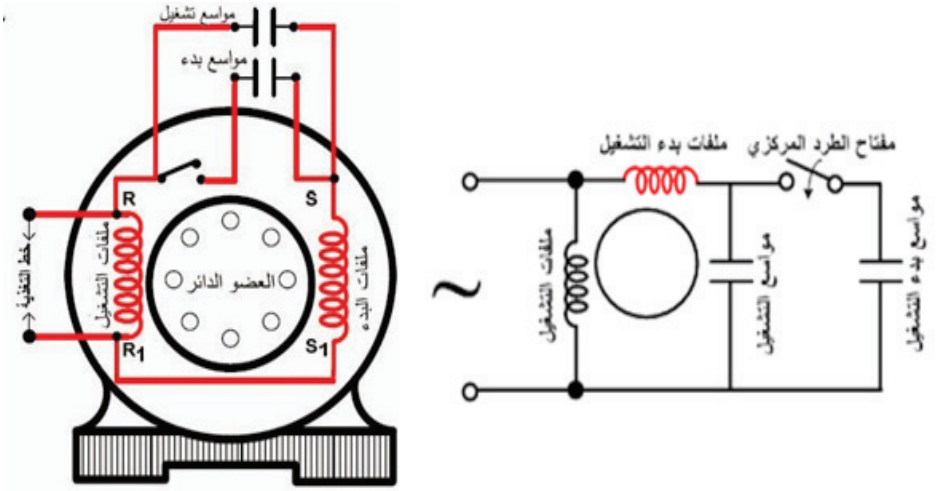
4- **مكثف بدء.**

5- مفتاح طرد مركزي.

طريقة التوصيل:

يستخدم هذا النوع في المحركات الأحادية الطور ذات العزم العالي حيث تكون مجهزة بمكثفين أحدهما ذي سعة كبيرة وجهد تشغيله في حدود 250 فولت ويسمى مكثف البدء، ويوصل بالتوالي مع مفتاح الطرد المركزي وملفات البدء وينفصل عن الدائرة الكهربائية للمحرك بعد أن تصل سرعته إلى حوالي75% من سرعته المقررة والثاني له سعة صغيرة وجهد تشغيله لا يقل عن 350 فولت

ويوصل بالتوالي مع ملفات البدء، ويستمر في الدائرة أثناء تشغيل المحرك ويسمى مكثف التشغيل. والشكل التالي يوضح كيفية توصيل المحرك وبالتالى يبدأ المحرك بعزم دوران كبير وشدة تيار عالية وبعد الدوران يفصل مكثف البدء ويظل مكثف الدوران بالدائرة.



شكل (19) محرك وجه واحد بمكثف بدء ومكثف تشغيل

مميزاته:

1- عزم البدء عالي.

2- التيار الاسمى يكون صغيرا.

3- ذو كفاءة عالية.

4- يعمل في درجة حرارة أقل من المحركات ذات القدرات المماثلة في الأنواع الأخرى.

عيوبه:

1- غالي الثمن.

استخداماته:

1- أعمال ورش الخشب - ضاغط الهواء - طلمبات المياه ذات الضغوط العالية - المعدات التي تحتاج عزم بدء عالٍ.

2- تتراوح قدراته من 1 إلى 10 حصان.

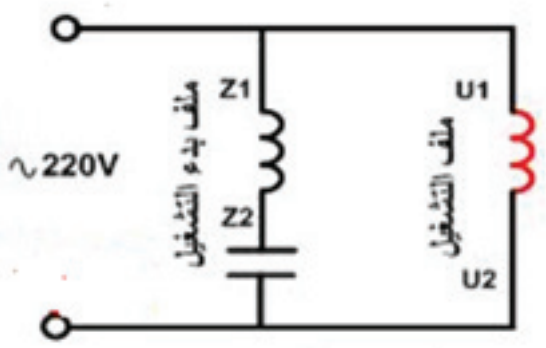
عكس الحركة محركات 1 فاز احادى الاوجه :

في محركات الوجه الواحد من المفروض أن يخرج أربعة أطراف، فمثلا في المحركات ذات مكثف تشغيل يكون:

1- بداية ملف التشغيل U1 ونهايته U2 وبداية ملف التقويم (ملف بدء التشغيل) Z1 ونهايته Z2.

3- في التوصيل العادي يتم توصيل بداية لف التشغيل U1 مع بداية ملف التقويم Z1 ويخرج طرف مشترك يتم توصيله مع أحد طرفي مصدر الكهرباء.

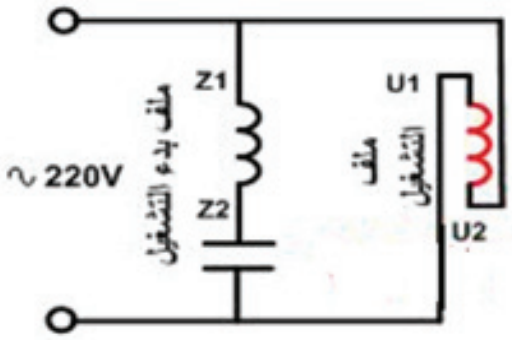
4- يتم توصيل أحد طرفي المكثف (C) مع الطرف (U2) ويتم توصيل الطرف الثاني للمكثف مع الطرف (Z2) ويتم توصيلهم مع الطرف الثاني للكهرباء كما هو مبين بالرسم:



شكل (20) توصيل الملفات لمحرك بمكثف تشغيل

ولكي يتم عكس حركة المحرك يتم عمل الآتي بطريقتين :

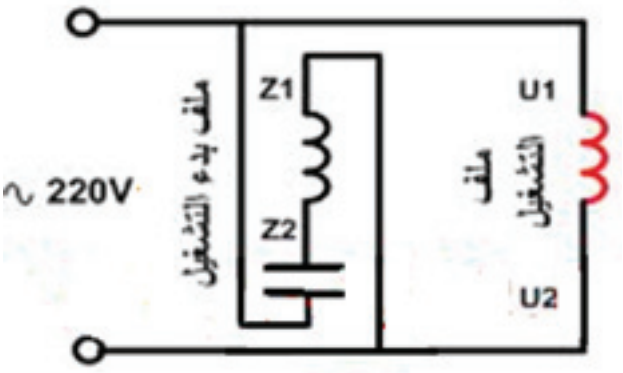
1- يتم تبديل طرفي ملف التشغيل فقط مع بقاء طرفي ملف التقويم (ملف بدء التشغيل) دون تبديل.



شكل (21) عكس طرفي ملف التشغيل لعكس الحركة

يتم توصيل نهاية ملف التشغيل U2 مع بداية ملف التقويم Z1 ويخرج طرف مشترك يتم توصيله مع أحد طرفي مصدر الكهرباء ويتم توصيل بداية ملف التشغيل U1)) مع أحد طرفي المكثف (C) ويتم توصيل الطرف الثاني للمكثف مع نهاية ملف التقويم (Z2) ويتم توصيلهم مع الطرف الثاني للكهرباء.

2 – يتم تبديل طرفي ملف التقويم (ملف بدء التشغيل) فقط مع بقاء طرفي ملف التشغيل دون تبديل.



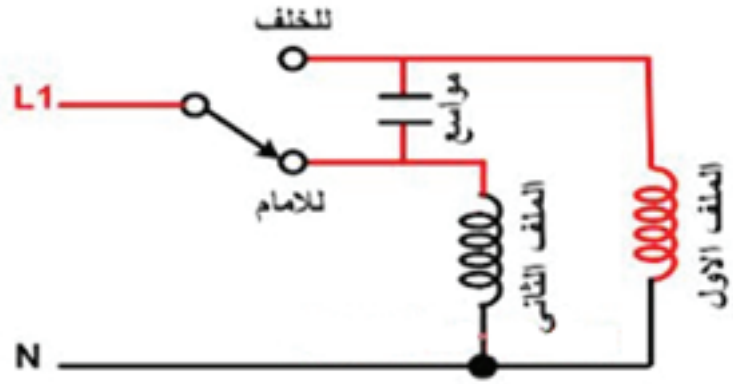
شكل (22) عكس طرفي ملف التقويم لعكس الحركة

يتم توصيل نهاية ملف التشغيل U2 مع بداية ملف التقويم Z1 ويخرج طرف مشترك يتم توصيلة مع أحد طرفي مصدر الكهرباء ويتم توصيل بداية ملف التشغيل (U1) مع أحد طرفي المكثف (C) ويتم توصيل الطرف الثاني للمكثف مع نهاية ملف التقويم (Z2) ويتم توصيلهم مع الطرف الثاني للكهرباء.

ملحوظة:

فى حالة تساوى ملفات التقويم مع ملفات التشغيل تماماً من حيث عدد اللفات وسمك السلك يمكن تغيير

الاتجاه بتبديل طرف التيار الواصل بالمكثف مع الطرف الثانى للمكثف.



شكل (23) عكس الحركة في حالة تساوي عدد لفات ملفي التشغيل والتقويم