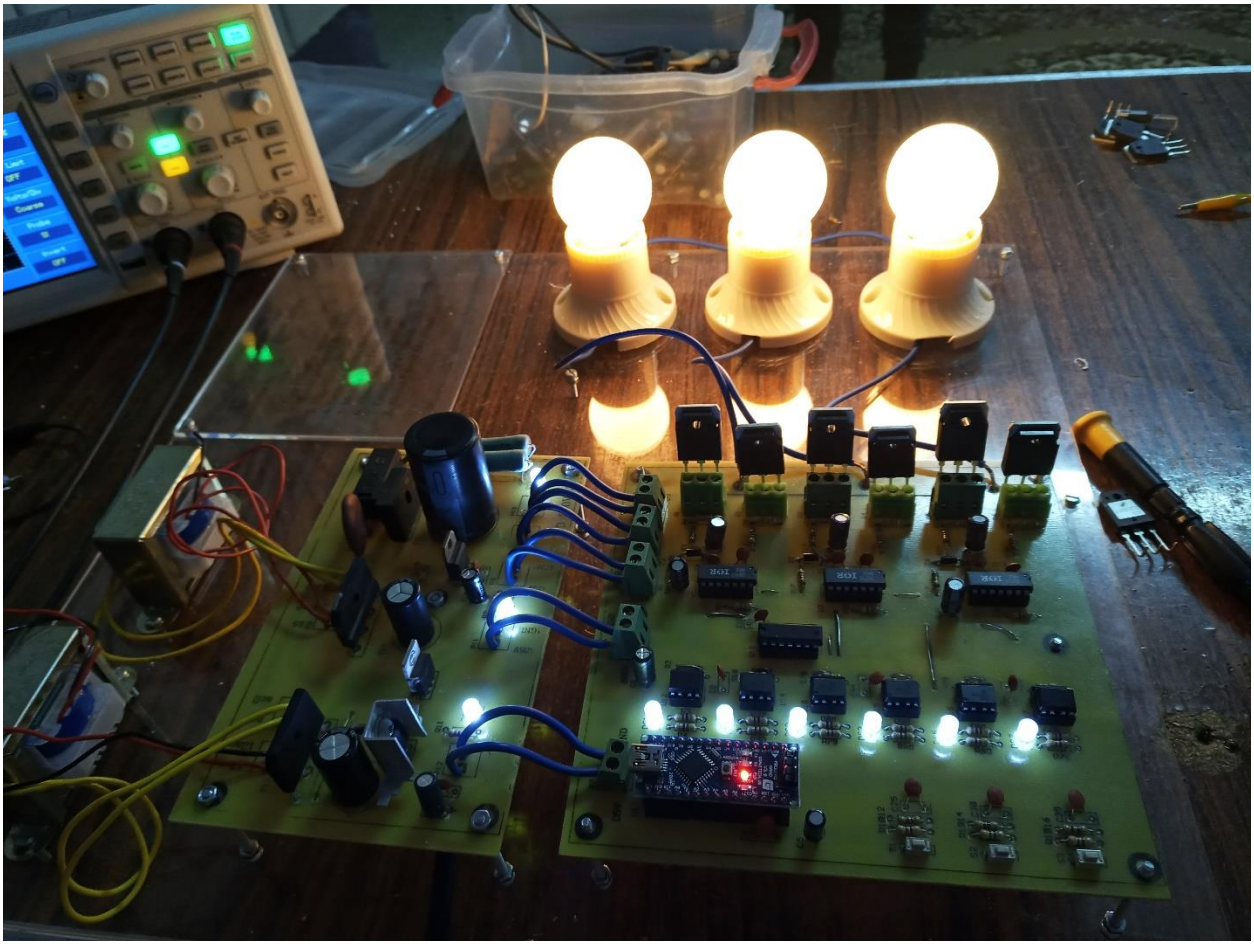
العاكس ذو الست خطوات

تاليف

دكتور مهندس/ حمدى محمد سليمان



صدق الله العظيم

اهداء

الى روح ابى وامى الى زوجتى وابنائى الى محبى الاطلاع الى السادة محبى الكهرباء الى السادة المهندسين الى السادة الفنيين الى استاذتى ومعلمى الى كل من ساعدنى فى مشوار حياتى الى جميع تلاميذى اتقدم لكل هولاء جميعا باهداء ذلك الكتاب

دكتور مهندس/ حمدى محمد سليمان

مقدمة الكتاب

يعتبر العاكس (INVERTER) من اهم اجهزة الكترونات القدرة التى ادات الى ثورة كبيرة فى عالم الصناعة وبالرجوع الى ذلك الجهاز بالمكتبة العربية وجد ان اسهامات المكتبة العربية عن هذا الجهاز مقتضبة حيث منها ما يركز على فكرة عمله فقط وحتى من تطرق الى هذا الجهاز لم يعطه حقه من الناحية العملية كما ان الاسهامات العربية لم تتطرق الى عمل محاكاة لهذا الجهاز من خلال برامج المحاكاة مثل برنامج الماتلاب وانما توجد كتب كثيرة باللغة الانكليزية تحاكى ذلك الجهاز لذلك اثرت فى هذا الكتاب ان اتعرض للعاكس من خلال الشرح النظرى والعملى لمكوناته وعمل محاكاة له من خلال برنامج الماتلاب وانا اذ اضع ذلك الجهد المتواضع بين ايديكم املا ان يحوز رضاكم لا اطلب منكم الا الدعاء لى بظهر الغيب راجيا ان ياجورنى الله عن ذلك العمل المتواضع

دكتور مهندس/ حمدى محمد سليمان

القاهرة فى ٢٠/٨ /٢٠١٨

لمن هذا الكتاب

هذا الكتاب للسادة المهندسين والفنيين وطلبة كليات الهندسة والمعاهد العليا والمعاهد التكنولوجية وطلبة كليات التعليم الصناعى قسم الهندسة الكهربية والى السادة محبى الكهرباء بوجه عام

نبذة مختصرة

مع اكتشاف الانسان للطاقة بداء يسيطر على الطبيعة القاسية التى عانى منها كثيرا منذ بدء الخليقة وكان ابرز انواع الطاقات هى الطاقة الكهربية حيث مع اكتشاف الكهرباء بدء عصر الرفاهية للانسان حيث تم ادارة الالات باستخدام الكهرباء وتم انشاء المصانع الضخمة وبداءت الصناعات تتطور بشكل كبير ولكن من اهم عيوب هذه المرحلة فى العمليات الصناعية عدم التحكم فى الالات الكهربية بشكل جيد حيث وجد الانسان بعض الصعوبات فى التحكم الدقيق فى سرعة الالات الكهربية ومع اكتشاف اشباه الموصلات امكن السيطرة على هذه الالات حيث بدا التحكم فيها بدقة كبيرة وحساسية عالية بدا ذلك جليا مع اختراع العديد من المفاتيح الالكترونية حيث استخدامها فى صناعة مغيرات القدرة للسيطرة على الالات الكهربية سواء التى تعمل بالتيار المستمر او التيار المتردد ونظرا لانتشار الات التيار المتردد فى الصناعة مقارنة مع الات التيار المستمر فقد فكرت فى عمل تصميم وتنفيذ لجهاز الكترونى للتحكم فى سرعة هذه الالات وهو الانفرتر الذى بواستطه تم التحكم فى الجهد والتردد من اجل السيطرة على تلك الالات الكهربية وكخطوة على الطريق لاحتراف تصميم وتصنيع الانواع المختلفة لتطبيقات دوائر القدرة بشكل خاص والدوائر الالكترونية بشكل عام حيث تم بذل مزيدا من الجهد فى ذلك البحث املين ان يكون خطوة على الطريق الصحيح لمن يسيرون على هذا الطريق حيث بداءنا من تحويل التيار المتردد ذو الوجه الواحد الى تيار مستمر فيما يعرف باسم التقويم ونظرا لاننا تعاملنا مع التيار المتردد ذو الوجه الواحد فقد تم استخدام قنطرة توحيد وتم تنقية الموجة الخارجة من هذه القنطرة باستخدام مكثفات للوصول الى اقرب شكل ممكن لموجة التيار المستمر ثم تم تحويل التيار المستمر الى تيار متردد ثلاثى الاوجه باستخدام العاكس الذى يطلق علية الانفرتر وذلك عن طريق التحكم فى فتح وغلق المفاتيح الالكترونية للحصول على موجة الجهد المترددة من خلال استخدام المتحكمات الدقيقة من اجل السيطرة على عملية الفصل والتوصيل بدقة كبيرة وحساسية عالية كما تم ذلك من خلال طريقة النبضات المعدلة وفى النهاية نرجو ان ينال هذا المجهود المتواضع رضا من يقراء هذا الكتاب

والله ولى التوفيق

الفهرس

الصفحة

شكر وتقدير	١
نبذة مختصرة	٢
الفهرس	٣
قائمة بالاشكال المرسومة	٥
قائمة بالجداول	٨
الفصل الاول	٩
الفصل الثانى (العاكس)	١١
٢-١ انواع مقومات التيار المستمر	١١
٢-١-١ تركيب وعمل مقوم الموجة الكاملة احادى الوجه الغير محكوم	١٦
٢-٢ دائرة الربط ما بين المقوم والعاكس	١٧
٢-٣ العاكس	١٨
٢-٣ عاكس الست خطوات ذو ١٨٠ درجة	١٩
٢-٤ تطبيقات العاكس	١٩
الفصل الثالث (محاكاة العاكس ذو الست خطوات)	٢٠
٣-١محاكاة دائرة العاكس	٢٠
٣-٢ محاكاة مصدر الجهد المغذى لدائرة العاكس بشكل عام	٢١
٣-٣ محاكاة المقوم ذو الموجة الكاملة احادى الوجه	٢٢
٣-٤ محاكاة مولد الموجات لتشغيل المفاتيح الالكترونية	٢٣
٣-٥ محاكاة دائرة القدرة للعاكس	٢٥
٣-٦ محاكاة دائرة الحمل للعاكس	٢٨
٣-٧ قياس مقدار التوافقيات فى كلا من الفولت والتيار	٢٨
٣-٨ شكل كلا من الفولت والتيار مع تغير الحمل من نجمة الى دلتا	٣١
٣-٩ قياس مقدار التوافقيات فى كلا من الفولت والتيار للحمل دلتا	٣٥

الصفحة

الفصل الرابع (تصنيع العاكس معمليا)	٣٨
٤-١ دوائر مصادر القدرة والتحكم للجهد المستمر	٣٨
٤-٢ دوائر مصادر القدرة للعاكس	٤٢
الفصل الخامس (مناقشة النتائج والدراسات المستقبلية)	٤٦
٥-١ نتائج المحاكاة والدراسة المعملية	٤٦
٥-٢ الدراسات المستقبلية	٤٧
المراجع العربية والاجنبية	٤٨

قائمة بالاشكال المرسومة

الصفحة

شكل رقم ٢-١ يبين الاشكال المختلفة لبعض هذه الحاكمات الالكترونية	١١
شكل ٢-٢ موجة الجهد المسلط من المصدر على الحاكمات والجهد الناتج من هذه الحاكمات لعمل توحيد موجى كامل احادى الوجه	١٣
٢-٣ شكل الديود مع شكل موجة الجهد فى حالة التوصيل الامامى	١٤
شكل ٢-٤ مقوم وجه واحد ومقوم ثلاثى الاوجه	١٥
شكل ٢-٥ تقويم نصف موجى وجه واحد	١٥
شكل ٢-٦ تقويم موجى كامل وجه واحد	١٥
شكل ٢-٧ مقوم الموجة الكاملة احادى الوجه الغير محكوم مع فلتر	١٦
شكل ٢-٨ نظرية عمل المقوم الكامل للوجه الواحد	١٧
شكل ٢-٩ يوضح الاشكال المختلفة للجهد والتيار لكلا من المصدر وطرفى المقوم وطرفى الحمل والموحدات	١٧
شكل ٢-١٠ العاكس مع استخدام الرابط	١٨
شكل ٣-١ المخططات الخاصة بالعاكس	٢٠
شكل ٣-٢ محاكاة دائرة العاكس من خلال برنامج الماتلاب	٢١
شكل ٣-٣ محاكاة الجهد المغذى لدائرة العاكس من خلال برنامج الماتلاب	٢١
شكل ٣-٤ الموجة الجيبية الناتجة من محاكاة الجهد المغذى لدائرة العاكس من خلال برنامج الماتلاب	٢٢
شكل ٣-٥ يبين محاكاة مقوم ذو موجة كاملة مغذى من وجه واحد	٢٢
شكل ٣-٦ يوضح شكل الجهد الخارج بعد المكثف فى دائرة التوحيد	٢٣
شكل ٣-٧ يبين محاكاة مولد الموجات لتشغيل المفاتيح الالكترونية	٢٣
شكل ٣-٨ النبضات المولدة لتشغيل المفاتيح الالكترونية للعاكس فى حالة النجمة	٢٤
شكل ٣-٩ محاكاة دائرة القدرة للعاكس	٢٥
شكل ٣-١٠ جهد الخرج للوجه الاول والثانى والثالث	٢٦
شكل ٣ -١١ جهد الخرج للخطوط	٢٧

الصفحة

شكل ٣ -١٢ محاكاة الحمل	٢٨
شكل ٣ -١٣ تيارالخرج للخطوط	٢٩
شكل ٣ -١٤ التشوه الحادث فى جهد الوجه	٣٠
شكل ٣ -١٥ التشوه الحادث فى جهد الخط	٣٠
شكل ٣ -١٦ التشوه الحادث فى التيار	٣١
شكل ٣-١٧ النبضات المولدة لتشغيل المفاتيح الالكترونية للعاكس فى حالة الدلتا	٣١
شكل ٣-١٨ جهد الخرج للخطوط المختلفة	٣٢
شكل ٣-١٩ تيار الخط	٣٣
شكل ٣-٢٠ تيار الوجه	٣٤
شكل ٣-٢١ التشوه فى شكل الجهد للخط والوجه	٣٥
شكل ٣-٢٢ التشوه فى شكل تيار للخط	٣٦
شكل ٣-٢٣ التشوه فى شكل تيار الوجه	٣٧
شكل ٤-١ صورة فوتوغرافية لمشروع العاكس	٣٨
شكل ٤-٢ مخطط دائر القدرة الخاصه بتحويل التيار المتردد الى تيار مستمر	٣٩
شكل ٤- ٣ مخطط الدائرة التنفيذية لتغذية العاكس	٣٩
شكل ٤- ٤ صورة مكثف التنعيم على الطبيعة	٤٠
شكل ٤- ٥ صورة مكثفات ازالة الضوضاء على الطبيعة	٤٠
شكل ٤- ٦ صورة منظم الجهد على الطبيعة	٤٠
شكل ٤- ٧ صورة لقنطرة التوحيد	٤١
شكل ٤- ٨ صورة للموحد المشع للدلالة على وجود جهد	٤١
شكل ٤- ٩ صورة لاشكال المقاومات المستخدمة	٤١
شكل ٤-١٠ دائرة الاردينو من خلال برنامج الالتيم	٤٢
شكل ٤-١١ دائرة ادارة وجه واحد للعاكس	٤٣
شكل ٤-١٢ دائرة التشغيل والايقاف للعاكس	٤٣
شكل ٤-١٣ جهد الخطوط ا-ب و ب-ج من خلال الاسيلسكوب	٤٤

الصفحة

شكل ٤-١٤ جهد الخطوط ا-ب من خلال الاسيلسكوب	٤٤
شكل ٤-١٥ مثال للنبضات التى تعمل على تشغيل العاكس من خلال الاسيلسكوب	٤٥
شكل ٤-١٦ مثال لنبضة واحدة لتشغيل احد المفاتيح الالكترونية	٤٥

قائمة بالجداول

الصفحة

حالات التوصيل والفصل لعاكس الست خطوات ذى ١٨٠ درجة	١٩

الفصل الاول

مع التطور فى صناعة القطع الالكترونية امكن التحكم بدقة كبيرة وحساسية عاليه فى الاحمال الصناعية المختلفة حيث تم معالجة كثيرا من مشاكل الصناعة مثل مشاكل تغير مقدار واتجاه سرعة المحركات سواء كانت محركات تيار متردد او تيار مستمر حيث امكن التحكم فى ذلك من خلال العديد من طرق التحكم كما تم التحكم فى الطاقة حيث تم توفير استهلاك الطاقة وخفض وزيادة الاضاءة وتوفير الطاقة اللازمة فقط لادارة الالات الكهربية كما تم التغلب على مشكلة عزم البدء وتوفير الحد الادنى اللازم للادرة مما قلل من مشاكل تاكل الاجزاء الميكانيكية مثل صناديق التروس والجنازير والسيور الى غير ذلك تم كل ذلك مع استخدام المغيرات التى عن طريقها تم تغيير اشكال الطاقة لصور مختلفة مثل تحويل التيار المتردد الى تيار مستمر متحكم فيه وغير متحكم فيه فيما سمى بمقومات التيار كما تم تحويل التيار المستمر ثابت المقدار الى تيار مستمر متغير المقدار فيما عرف باسم مقطعات التيار ايضا تم التحويل من تيار متردد الى تيار متردد متغير القيمة ثابت التردد فيم عرف باسم منظم الجهد ايضا باستخدام نوع اخر من انواع المغيرات وهو العاكس تم تحويل التيار من تيار لحظى ثابت القيمة الفعالة والتردد الى تيار متغير القيمة الفعالة متغير التردد ونظرا للاستخدامات العديدة للعاكس فى مجال الصناعة فقد تم اختيار ذلك الموضوع لدراسته وعمل مشروع تخرج فيه حيث تم تقسيم ذلك المشروع الى عدد خمسة فصول وبيانها كالتالى:

الفصل الاول: عبارة عن مقدمة عن المشروع وملخص لما تم استعراضه فى بقية فصول المشروع

الفصل الثانى: ناقش هذا الفصل المقدمة النظرية لموضوع المشروع والاساس العلمى الذى بنى عليه النموذج المقترح للمشروع حيث تم التعرض لانواع القطع الالكترونيه التى من الممكن استخدامها فى المشروع وبيان مميزاتها وعيوبها وما تم استخدامه منها وسبب ذلك كما تم مناقشات انواع مقومات التيار المختلفة وعيوبها ومميزاتها وما تم استخدامه منها فى ذلك المشروع كما تم مناقشة الرابط الذى يربط ما بين دائرة المقوم والعاكس وتم التطرق باختصار لبعض انواع العواكس وتم التركيز على نوع العاكس المستخدم فى المشروع

الفصل الثالث: ناقش هذا الفصل محاكاة المشروع من خلال برنامج الماتلاب حيث تم بناء المخططات الخاصة بالمشروع واختبارها فى برنامج الماتلاب قبل البدء فى عمل المعمل الخاص بالمشروع حيث تم بناء مخطط موازى تمام لجهد الوجه الواحد وتم رسم موجات الجهد الخاص به ثم تم استخدام هذا المخطط كدخل لدائرة المقوم ذات الوجه الواحد وتم اخذ قراءات واشكال موجات لتحاكى الواقع العملى حيث تم تحويل الجهد من جهد متردد احادى الوجه الى جهد مستمر كما تم استخدام مكثف للتنعيم ووصول الجهد الى الحالة المثالية للجهد

المستمر ثم تم استخدام ذلك الجهد كدخل للعاكس ثم تم بناء دائرة القدرة الخاصة بالعاكس ودائرة التحكم وتم محاكاة دائرة العاكس وقياس جهود الوجه والخط للتاكد من سلامة العاكس وتم استخدام حمل خطى عبارة عن مجموعة من المقاومات تم توصيلهم بطرق مختلفة وتم قياس التيار وقياس التوافقيات ومعامل التشويه فى كلا من جهد الوجه وجهد الخط وتيار الحمل

الفصل الرابع: فى هذا الفصل تم عمل النموذج العملى الخاص بالعاكس الذى تم اختياره وهو عاكس الست خطوات حيث تم عمل دائرة التقويم معمليا واخيار مكثف التنعيم الخاص بها كما تم الربط بين دائرة العاكس والمقوم باستخدام مكثف كما تم بناء العاكس وتشغيله عن طريق جدول تم تحديد فى ازمنة فتح وغلق القطع الالكترونية (Lookup table) وتم قياس القياسات المعملية الخاصة بالمشروع

الفصل الخامس: ناقش هذا الفصل النتائج التى تم التوصل اليها والمقترحات بالدراسات المستقبلية

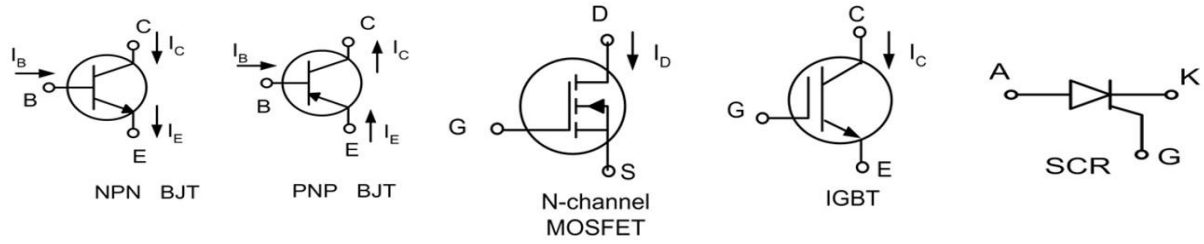
الفصل الثانى

العاكس

لقيادة الاحمال ثلاثية الاوجه بكفاءة عالية لابد من توفر مغيرات القدرة والسيطرة عليها حيث يمكن تصنيف مغيرات القدرة التى يجب توافرها الى مقوم للتيار وعاكس حيث العاكس هو عبارة عن جهاز الكترونى يقوم بتحويل الجهد و التيار المستمر الى جهد و تيار متردد بحساسية وكفاءة وسرعة عالية ويمكن تقسيم العاكس الى نوعيين رئسيين هما عاكس تيار متحكم فيه وعاكس جهد متحكم فيه حيث يستخدم عاكس التيار بقلة نظرا لتكلفته المرتفعة مقارنة بعاكس الجهد الذى تعتبر تكلفته منخفضة نوعا ما والسبب فى تكلفة عاكس التيار المرتفعه هو انه يحكم تيار القصر مما يؤدى الى عدم تائثره تقريبا بذلك التيار اما المقوم فانه يقوم بتحويل التيار والجهد من تيار وجهد متردد الى تيار وجهد مستمر ولاحكام الحصول على تيار مستمر بدقة عاليه فانه يتم وضع مكثف على التوازى بين المقوم والعاكس فى حال القدرات الصغيرة وفى القدرات المتوسطة والكبيرة يتم وضع ملف على التوالى مع مكثف على التوازى ويمكن تصنيف انواع المقومات طبقا للتالى

٢-١ انواع مقومات التيار المستمر

يتم تقسيم المقومات طبقا للقدرة الناتجة منها او طبقا لشكل الموجة الناتجة او طبقا لنوع المقوم من ناحية انواع الاجهزة الالكترونية المستخدمة فى تصنيعه حيث اذا اردنا تقسيمه من ناحية نوع الجهاز الالكترونى المركب به فيمكن تقسيمها الى مقومات يمكن التحكم فى مقدار الخرج الناتج منها والتحكم فى موجة الجهد الناتجة او التيار وذلك باستخدام انواع متعددة من الاجهزة الالكترونية مثل الثيرستور او الترانستور حيث الشكل رقم ٢-١ يبين الاشكال المختلفة لبعض هذه الحاكمات الالكترونية مثل الترانزستور ثنائى القطبية (BJT) وترانزستور تاثير المجال ذو القناة الموجبة وذو القناة السالبة (MOSFET) والترانزستور ثنائى القطبية ذو البوابة المعزولة (IJBT) والثيرستور. وبالنظر الى هذه الحاكمات نجد ان



الشكل رقم ٢-١ يبين الاشكال المختلفة لبعض هذه الحاكمات الالكترونية

نوع الترانزستور من النوع ثنائى القطبية له ثلاثة اطراف هى القاعدة (Base) والمجمع (Collector) والمشع (Emitter) ويوجد من هذا الترانزستور نوعان نوع ذو قاعدة موجبة (NPN) ونوع ذو قاعدة سالبة (PNP) ولكى يعمل هذا الترانزستور كمفتاح لابد ان يكون تيار القاعدة كافيا لكى يعمل الترانزستور فى منطقة التشبع وفى هذه الحالة فان تيار المجمع لا يعتمد على تيار القاعدة وانما يعتمد على مكونات الدائرة الخارجية ونظرا لاحتياج الترانزستور لتيار قاعدة عالى ومستمر اثناء التوصيل اى عمل الترانزستور كمفتاح مغلق فان ذلك يؤدى الى زيادة المفقودة اثناء التوصيل بالاضافة الى مفقودات الفصل والتوصيل التى ربما تؤدى الى حرق الترانزستور اذا لم تتم بسرعة عالية. ويعتبر هذا النوع من انواع الترانزستور الاقل تكلفة كما ان من اهم عيوبه انه بطئ نسبيا مقارنة الانواع الاخرى من الترانزستور كما انه يعمل حتى التردد عشرة كيلو هرتز كما انه يعمل حتى تيار يصل الى مئات الامبير وجهد الف فولت ويعمل حتى قدرات عشرات الكيلووات.

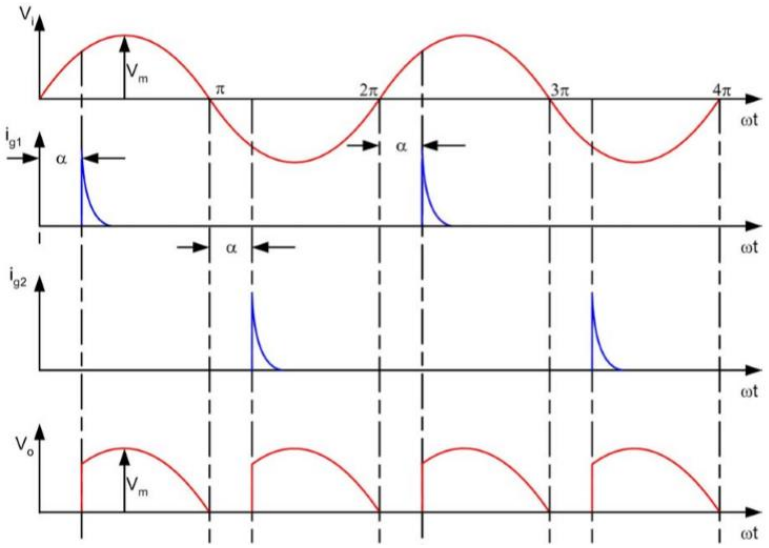
اما ترانزستور تاثير المجال ذو البوابة المعزولة (MOSFET) يتميز بان تيار تشغيله منخفض وسرعة الفصل والتوصيل له مرتفعة لذلك يستخدم فى الدوائر الالكترونية التى تصل سرعات الفصل والتوصيل لها حتى ١٠٠ كيلو هرتز ويعمل من جهد ٢٠ فولت حتى ١٠٠ فولت وتيار من ١ امبير حتى ١٠٠ امبير ومن اهم عيوبه ان ثمنه مرتفع نسبيا. ويتكون من ثلاثة اطراف تسمى المنبع (Source) والمصرف (Drain) والبوابة (Gate). ويمتاز هذا النوع بان القدرة المفقودة فى البوابة صعيرة جدا لانه يعمل تحت تاثير المجال الكهربى الذى يتولد تحت تاثير الجهد المسلط على البوابة.

اما الترانزستور ثنائى القطبية ذو البوابة المعزولة (IJBT) فيتم تشغيله بطريقة مشابه لطريقة تشغيل ترانزستور تاثير المجال ذو البوابة المعزولة (MOSFET) ويتشابه فى ادائه مع النوع ثنائى القطبية (JBT) اى انه يقع فى منطقة وسط ما بين النوعين الاخرين وعلى ذلك فهو يعمل على تردد حتى ٤٠ كيلو هرتز ويعمل هذا النوع حتى جهد ١٦٠٠ فولت ويتحمل تيار جتى ١٠٠٠ امبير. وله ثلاثة اطراف هى البوابة (Gate) والمجمع (Collector) والمشع (Emitter) كما ان هذا النوع يستخدم بكثرة مع تطبيقات المحركات الكهربية ونظرا لهذه المميزات فقد تم استخدام ذلك النوع فى دائرة القدرة الخاصة بالعاكس لهذا المشروع.

اما الثيرستور فهو يعتبر احد اهم عناصر دوائر القدرة ويتكون من اربع طبقات (PNPN) وثلاثة وصلات ويخرج منه ثلاثة اطرف هى الانود والكاثود والبوابة ويتم التحكم فيه عن طريق البوابة وهو يعمل كمفتاح مغلق عندما يتم تسليط جهد موجب على الانود بالمقارنة بالكاثود بالاضافة لكسر الرابطة الخاصة بالبوابة حيث يتم تسليط جهد موجب على النوع P الثانى وتستمر هذه الاشارة لفترة كافية لكسر هذه الرابطة وتشغيل الثيرستور وعندما يتم التشغيل لاداعى لابقاء هذه الاشارة حيث ان الثيرستور اصبح فى وضع اشعال عكس

الترانزستور الذى لابد من وجود تلك الاشارة اثناء كامل الفترة تشغيل الترانزستور وعند اطفائها يطفئ الترانزستور اما اطفاء الثيرستور فيتم طبيعيا اذا كان الجهد المسلط عليه يمر بالسالب اى جهد متردد ويسمى نوع الاطفاء اطفاء طبيعيا ام اذا كان الجهد المسلط على الثيرستور مستمر فانه لاطفائه يلزم دوائر من نوع خاص للاطفاء ويسمى الاطفاء اطفاء قسريا. ويعمل الثيرستور حتى جهد خمسة الاف فولت وتيار حتى الف امبير.

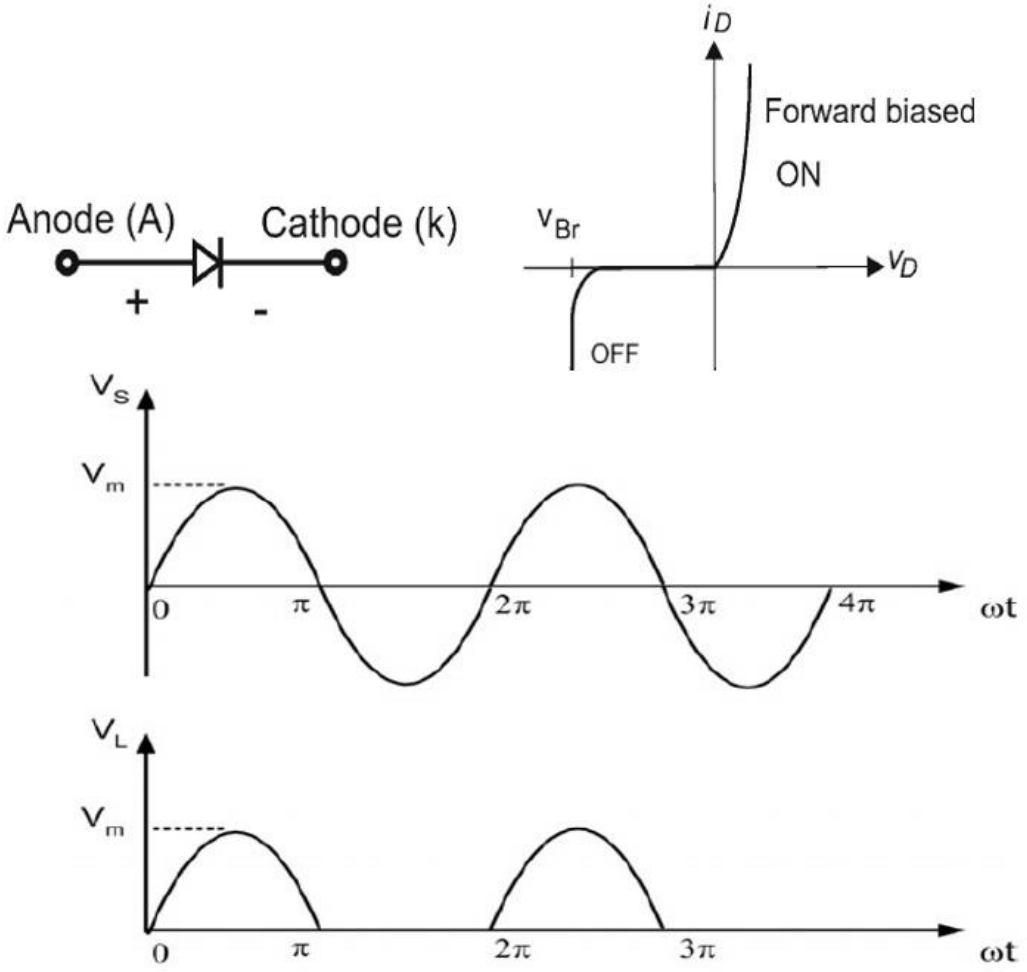
اما الشكل رقم ٢-٢ فيبين شكل الجهد المسلط على الحاكمات والجهد الناتج من هذه الحاكمات حيث تحتوى هذه الحاكمات على طرف يكون بمثابة بوابة تسمح بمرور الجزء المراد امرارة من موجة الجهد او التيار المسلط بين القطب الموجب والقطب السالب.



شكل ٢-٢ موجة الجهد المسلط من المصدر على الحاكمات والجهد الناتج من هذه الحاكمات لعمل توحيد موجى كامل احادى الوجه

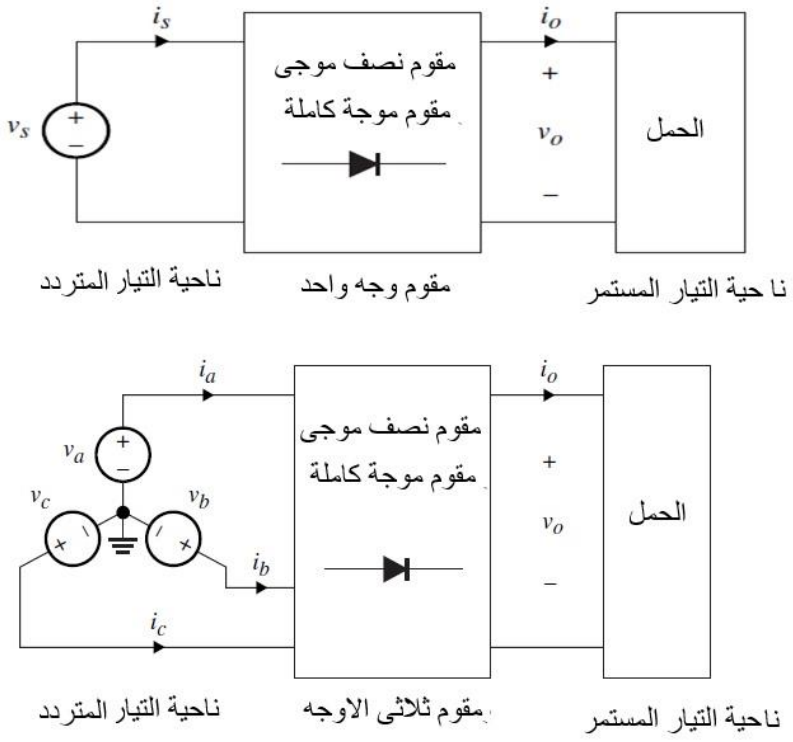
اما الشكل الاخر لانواع مقومات التيار فيتمثل الديود الذى يقوم بامرار موجة الجهد او التيار كاملة متى توفرت الشروط الازمة ذلك حيث تكون هذه الشروط هى نفس شروط الحاكمات وتفتقر الى وجود البوابة اى انه لامرار موجة الجهد والتيار يجب فقط ان يكون القطب الموجب محملا بجهد اعلى مقارنة بجهد القطب السالب ويجب ان يزيد ذلك الجهد عن قيمة الجهد الحاجز بين كلا من النوع الموجب والنوع السالب ويكون ذلك الجهد اكبر من ٠,٧ فى حالة صناعة الديود من عنصر السيلكون او اكبر من ٠,٣ فى حالة صناعة الديود من عنصر الجرمانيوم والشكل رقم ٢-٣ شكل الديود فى الدوائر الكهربية وشكل منحى التيار والجهد فى حالة التوصيل الامامى والتوصيل الخلفى و شكل موجة الجهد فى حالة التوصيل الامامى والتوصيل الخلفى لموحد نصف

موجى غير محكوم مقارنة مع شكل جهد المصدر حيث يقصد بالتوصيل الامامى ان يكون جهد القطب الموجب (الانود) اكبر من جهد القطب السالب (الكاثود) اما فى التوصيل الخلفى يكون جهد الانود اقل من جهد القطب الكاثود .

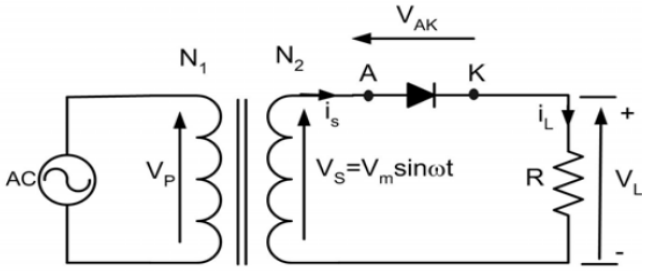


٢-٣ شكل الديود مع شكل موجة الجهد فى حالة التوصيل الامامى

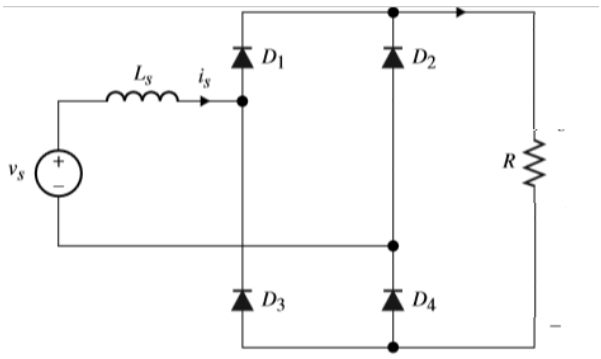
اما اذا تم تقسيم المقومات طبقا لنوع التغذية فانه يوجد موقومات احادية الوجه اى تغذى من جهد وجه واحد او مقومات ثلاثية الاوجه تغذى من مصدر ثلاثى الاوجه كما يتضح من الشكل ٢-٤ اما اذا تم التقسيم طبقا لنوع توصيل الحاكمات فيمكن تقسيمها الى تقويم نصف موجى كما بالشكل ٢-٥ او تقويم موجى كامل كما بالشكل ٢-٦ ونظرا لاننا نتعامل فى هذا المشروع مع قدرة منخفضة فان المقوم المستخدم هنا هو مقوم موجة كاملة احادى الوجه او ما يطلق عليه قنطرة توحيد.



شكل ٢-٤ مقوم وجه واحد ومقوم ثلاثى الاوجه



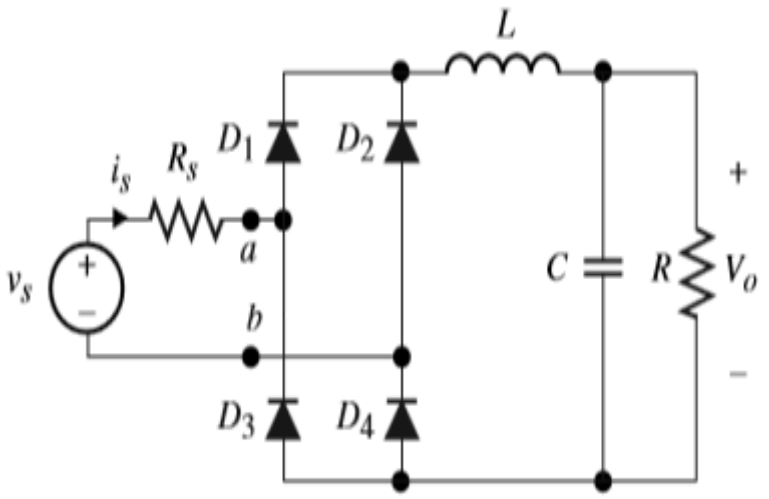
شكل ٢-٥ تقويم نصف موجى وجه واحد



شكل ٢-٦ تقويم موجى كامل وجه واحد

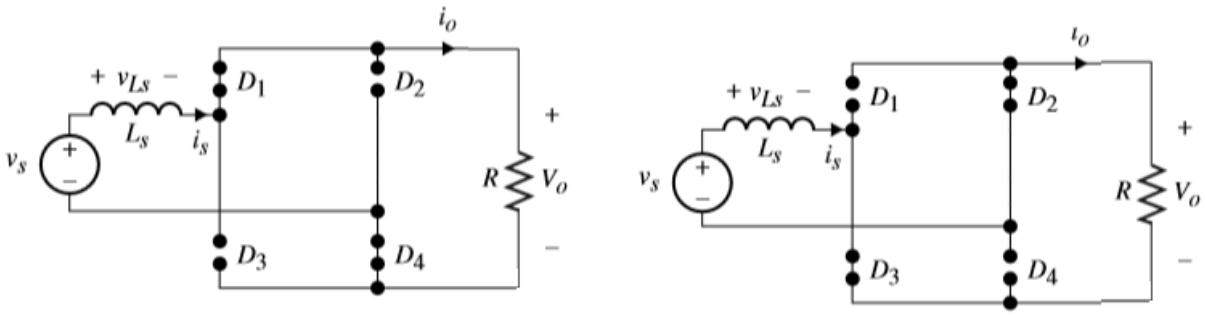
٢-١-١ تركيب وعمل مقوم الموجة الكاملة احادى الوجه الغير محكوم :

بالنظر الى الشكل رقم ٢-٧ نجد ان مقوم الموجة الكاملة احادى الوجه الغير محكوم يتركب من عدد اربعة دايود كل اثنان مركبان معا ليكونا ذراع ويمكن ملاحظة وجود فلتر مكون من مكثف متصل على التوازى مع خرج ذلك المقوم وملف متصل على التوالى وذلك من اجل الحصول على تيار مستمر حيث خرج المقوم يكون على شكل نبضات مقومة

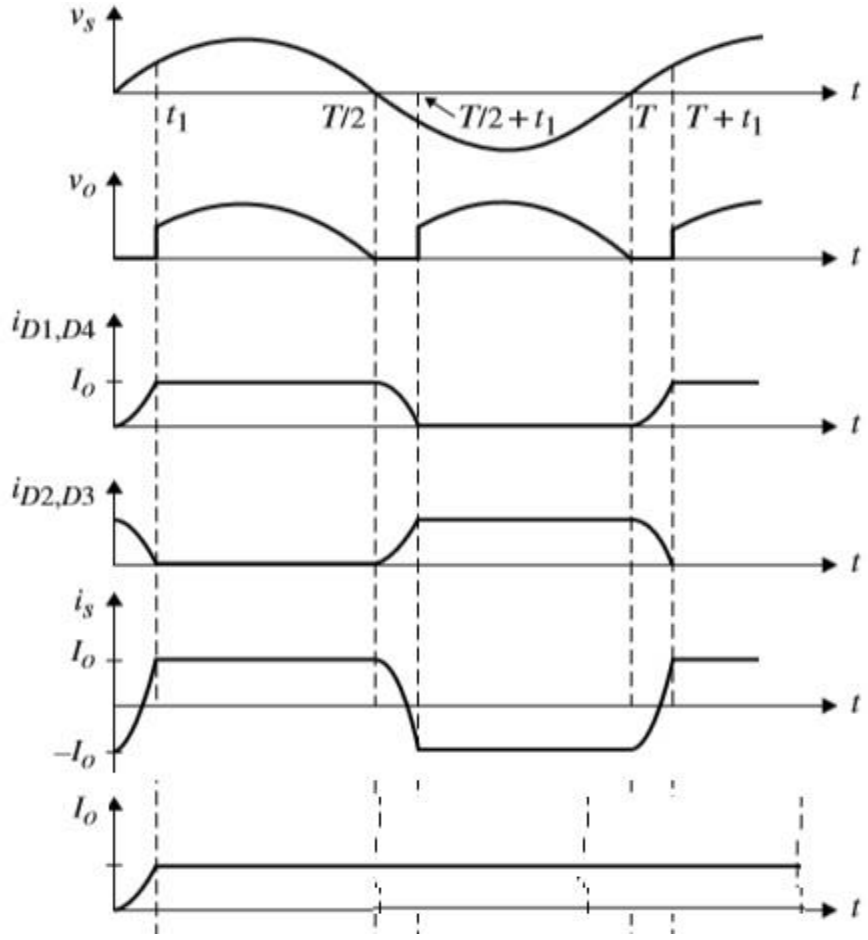


شكل ٢-٧ مقوم الموجة الكاملة احادى الوجه الغير محكوم مع فلتر

اما النسبة لنظرية العمل يلاحظ انه تم الغاء تاثير الفلتر اثناء الشرح للتبسيط ففى نصف الموجة الموجبة المسلطة من المصدر يصبح الديود رقم ١ ورقم ٤ فى حالة توصيل امامى اما الديود رقم ٢ والديود رقم ٣ فى حالة توصيل خلفى فيمر التيار من مصدر الجهد المسلط على المقوم الى الحمل من خلال الديود رقم ١ والديود رقم ٤ حيث يمكن تمثيلهما بمفتاح مغلق اما الديود رقم ٢ والديود رقم ٣ فيتم تمثيلهما بمفتاح مفتوح اما فى النصف الاخر من الموجة (نصف الموجة السالبة) فيكون الديود رقم ٢ والديود رقم ٣ فى حالة توصيل امامى والديود رقم ١ والديود رقم ٤ فى حالة توصيل خلفى فيمر التيار من المصدر الى الحمل عن طريق الديود رقم ٢ والديود رقم ٣ حيث يمكن تمثيلهما بمفتاح مغلق اما الديود رقم ١ والديود رقم ٤ فيمكن تمثيلهما بمفتاح مفتوح كما بالشكل رقم ٢-٨ اما شكل رقم ٢-٩ يوضح الاشكال المختلفة للجهد لكلا من المصدر وطرفى المقوم وطرفى الحمل اى بعد قيام المكثف بعملية التنعيم للتيار والموحدات



شكل ٢-٨ نظرية عمل المقوم الكامل للوجه الواحد

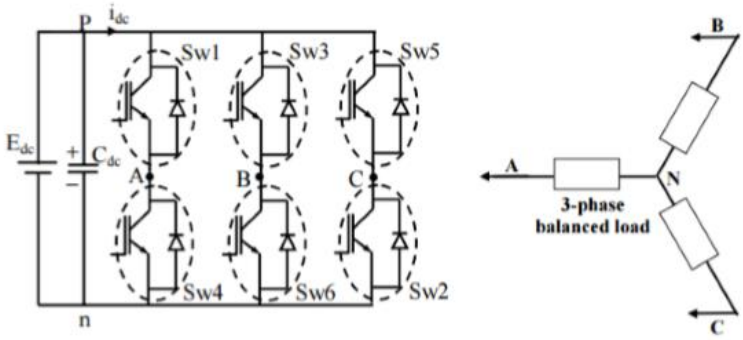


شكل ٢-٩ يوضح الاشكال المختلفة للجهد والتيار لكلا من المصدر وطرفى المقوم وطرفى الحمل والموحدات

٢-٢ دائرة الربط ما بين المقوم والعاكس (DC link)

تستخدم هذه الدائرة لتقليل الحث الصادر عن الاجهزة الالكترونية مثل الموحدات والترانزستورات المستخدمة فى كلا من دائرة التقويم ودائرة العاكس كما انها تقلل من التموجات فى الجهد الخاص بكلا من المقوم والعاكس

وتحفظه عند قيمة مناسبة لكى يعمل العاكس بطريقة جيدة تؤدى الى ان يكون اداء الحمل جيد ايضا يسهم هذا الرابط فى المحافظة على شكل التيار الناتج من اشعال الترانزستور ثنائى القطبية ذو البوابة المعزولة (IJBT) هذا الرابط المكون من عدد من المكثفات يمكن رؤيته من خلال الشكل ٢- ١٠ وتعتمد حسابات قيم سعة المكثفات فى هذا الرابط على مقدار التموج المسموح به فى الجهد ومربع التردد الخاص بموجة النبضات المعدله



شكل ٢-١٠ العاكس مع استخدام الرابط

٢-٣ العاكس:

يستخدم العاكس فى تحويل الجهد المستمر الى جهد متغير يمكن التحكم فى كلا من قيمته وتردده وبالرجوع الى دائرة القدرة الخاصة بالعاكس شكل ٢-١٠ نجد انه يتركب من ستة ترانزستور ثنائى القطبية ذو البوابة المعزولة (IJBT) وتم اختيار ذلك النوع من المفاتيح الالكترونية نظرا لمميزاته السابقة التى كنا قد اشرنا اليها فى الفقرة ٢-٢ وبالنظرة العامة الى العاكس عموما نجد انه يتكون من ثلاثة اذرع كل ذراع يمثل وجه من الثلاثة اوجه ويحتوى على عدد اثنان ترانزستور ثنائى القطبية ذو البوابة المعزولة يعملان بالتبادل كما ان كل وجه يبعد عن الوجه الاخر بمقدار ١٢٠ درجة ويمكن حساب عدد المفاتيح الالكترونية للاجهزة الالكترونية من خلال ضرب عدد اطراف الدخل فى عدد اطراف الخرج وعلى ذلك نظرا لان دخل العاكس ياتى عن طريق خرج المقوم وهو عبارة عن طرفان وخرج العاكس عبارة عن ثلاثة اطراف فان عدد المفاتيح الالكترونية هو ستة مفاتيح (٣x٢) وتكون حالة اى مفتاح الكترونى اما مغلق واما مفتوح وفى حالة ان يكون المفتاح مغلق يرمز له بالعدد واحد (1) وعندما يكون المفتاح مفتوح يرمز له بالعدد صفر (0) وبالنظر الى انواع العواكس نجد انه يمكن تقسيمها لعدة انواع منها عاكس التيار وعاكس الجهد كما يمكن النظر اليها عن طريق عدد اوجه الخرج حيث توجد عواكس احادية الوجه وثنائية الوجه وثلاثية الوجه اما بالنظر لشكل الجهد الخارج فيمكن تقسيم العواكس الى عاكس موجات جيبية او عواكس موجات جيبية معدلة او عواكس الستة خطوات والتى تعتبر من ابسط انواع العواكس الثلاثية الاوجه ونظرا لان الحمل المستخدم فى هذا المشروع حمل حرارى فقد تم تصميم هذا

النوع من العواكس (عاكس الستة خطوات) لانه يلائم تماما هذا النوع من الاحمال ويمكن تقسيم هذا النوع من العواكس الى نوعين رئيسيين هما عاكس الست خطوات ذو ١٨٠ درجة و عاكس الست خطوات ذو ١٢٠ درجة وقد تم استخدام عاكس الست خطوات ذو ١٨٠ درجة نظرا لكفائتة وكبر القدرة الناتجة منه

٢-٣ عاكس الست خطوات ذو ١٨٠ درجة:

هذا النوع من العواكس يستخدم فى حالة الاحمال الاعتيادية والمحركات الكهربية نظرا لمميزاته العديدة ويعتبر ارخص انواع العواكس وكل قطعة الكترونية (مفتاح الكترونى) تعمل لمدة ١٨٠ درجة وعلى هذا فانه خلال اى لحظة تشغيل نجد عدد ثلاثة مفتاح الكترونى تعمل (conducting) بواقع مفتاح من كل وجه ويمكن اجمال حالات التشغيل طبقا للجدول التالى:-

Mode	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6
1^{st}	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON
2^{nd}	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON
3^{rd}	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF
4^{th}	OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF
5^{th}	OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF
6^{th}	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON

حالات التوصيل والفصل لعاكس الست خطوات ذى ١٨٠ درجة

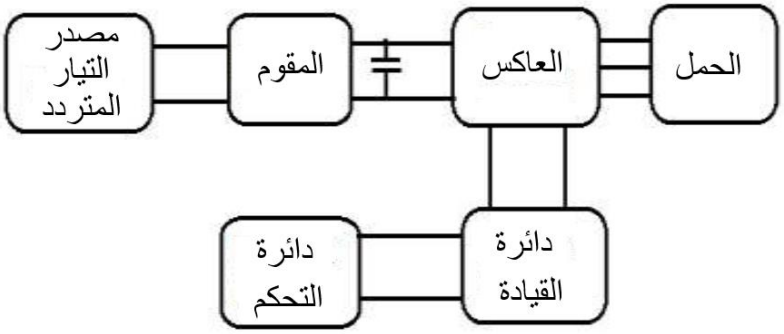
٢-٤ تطبيقات العاكس:

١- يستخدم في المطارات حيث تقوم بالتحكم بمضخات الوقود آلياً بحيث تضخ إلى الخزانات كميات تتناسب مع عدد الطائرات و حجمها و كل ذلك يكون معيّر عن طريق بارامترات الانفرتر.
٢- يستخدم في الفنادق عند المضخات المائية (يتوجب أن تبقى تحت المراقبة على مدار الساعة) بحيث تطفئ أو تعدّل فتحة المضخات حسب كمية الاستهلاك في الفندق .
٣- في المعامل التي تتطلب الحفاظ على مجال حراري معين عن طريق وصلها مع حساسات حرارية فتقوم بتعديل الحالة وفقاً للدخل .
٤- تستخدم الانفرترات بشكل عام للحصول على خرج ثلاثي الطور من تغذية أحادية الطور و ذلك حسب التطبيقات الموجودة حيث أننا لا نستطيع الحصول على استطاعات (بعض أنواع الانفرترات المخصصة لهذه الوظيفة لا يمكن أن تتجاوز ٧ H.P) و جهود كبيرة (جهد الخرج ثلاثي الطور لا يمكن أن يتجاوز جهد الدخل أحادي الطور) .

الفصل الثالث

محاكاة العاكس الثلاثى الاوجه ذى الست خطوات

فى هذا الفصل سوف يتم عمل محاكاة للعاكس الثلاثى الاوجه ذو الست خطوات من خلال برنامج الماتلاب وسوف نقوم بتصميم جميع المخططات الخاصة بالعاكس بالتفصيل وتوضيح الخرج الناتج منها مع الاحمال المختلفة لنرى تاثير العاكس على اداء الحمل كما اننا سوف نستعرض المعادلات المستخدمة فى المحاكاة كما اننا سوف نستعرض النبضات التى تقوم بتشغيل المفاتيح الالكترونية وجهد الوجه وجهد الخط وشكل التيار الناتج وسوف يتم حساب مقدار التوافقيات فى الجهد والتيار والشكل التالى يبين المخططات الخاصة بالعاكس



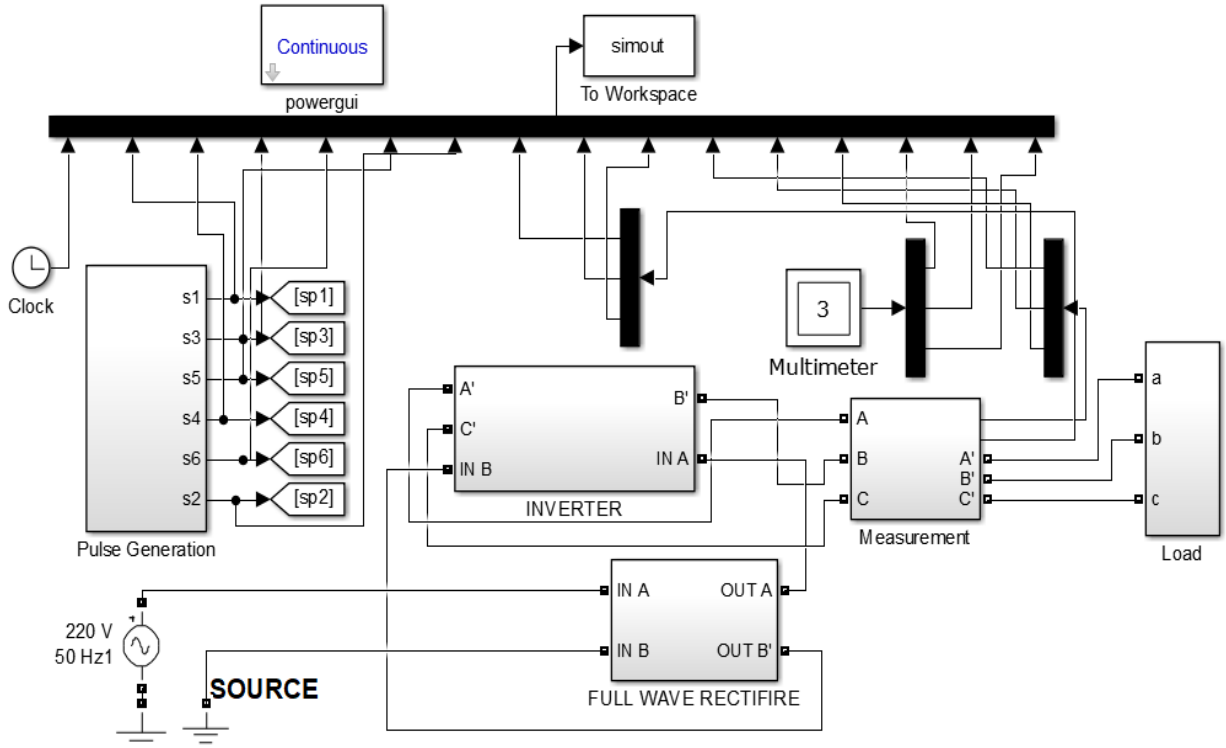
شكل ٣-١ المخططات الخاصة بالعاكس

حيث يمثل المخطط الاول مصدر الجهد الناتج من المؤسسة اما المخطط التالى فيبين المقوم الذى يقوم بتحويل مصدر الجهد الذى ياتى من المؤسسة من مصدر جهد متردد الى مصدر جهد مستمر ثم الرابط الذى يربط ما بين المقوم والعاكس ويعمل على اضافة مزيد من التنعيم الى مصدر الجهد المستمر ثم ياتى العاكس فيقوم بتحويل الجهد المستمر الى جهد متردد من خلال التحكم فى المفاتيح الالكترونية الخاصة بالعاكس عن طريق دائرة التحكم ودائرة القيادة

٣-١محاكاة دائرة العاكس:

يوضح شكل ٣-٢ محاكاة دائرة العاكس من خلال برنامج الماتلاب حيث يتضح من خلال تلك المحاكاة ان تحتوى على العديد من المخططات حيث يمكن ملاحظة مصدر الكهرباء المغذى للدائرة عموما ذلك المصدر الذى يقوم بتغذية المقوم احادى الوجه ذى التقويم الموجى الكامل ثم يستخدم الخرج الناتج من المقوم كمصدر لتغذية العاكس ويتم غلق وفتح المفاتيح الالكترونية من خلال مولد النبضات ثم يتم تغذية الحمل من خلال خرج

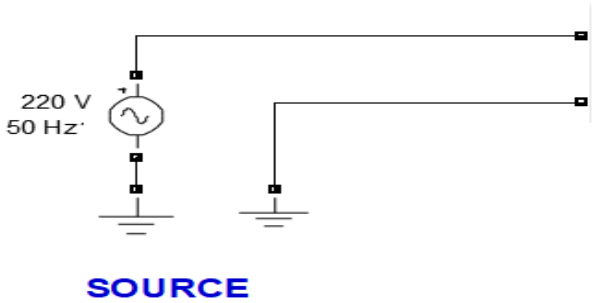
العاكس والجزء التالى سوف يوضح تفاصيل كل مخطط من المخططات السابقة والموجات المتولدة من خلال تلك المخططات



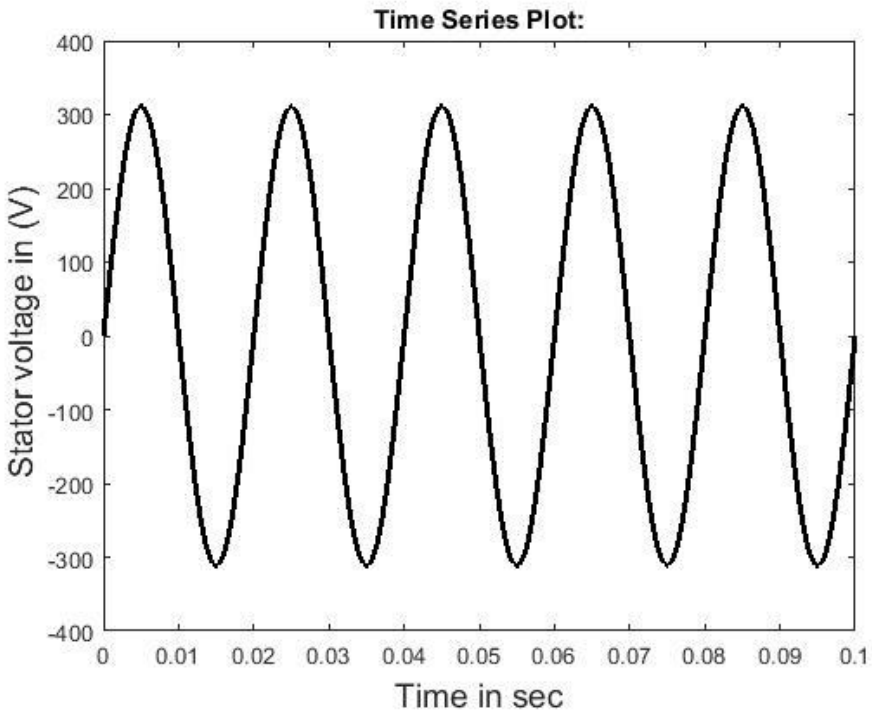
شكل ٣-٢ محاكاة دائرة العاكس من خلال برنامج الماتلاب

٣-٢ محاكاة مصدر الجهد المغذى لدائرة العاكس بشكل عام:

من الشكل ٣-٣ يتضح ان الجهد المغذى لدائرة العاكس عموما هو جهد وجه واحد اتى من موسسة الكهرباء تردده ٥٠ هرتز ومقدار الجهد ٢٢٠ فولت كما يتضح من دائرة المحاكاة الخاصة لذلك الجزء اما شكل موجة الجهد فيمكن رؤيتها من خلال الشكل ٣-٤ حيث يتضح ان شكل الموجة هو شكل جيبى



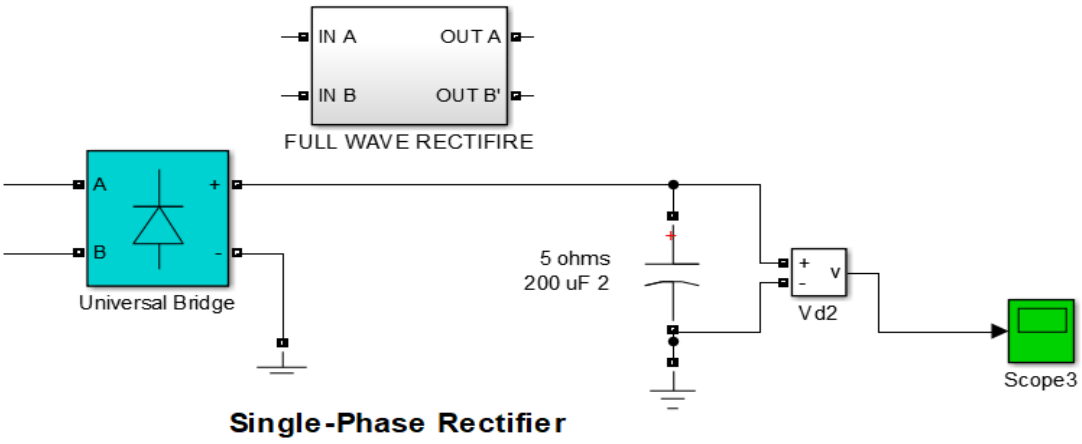
شكل ٣-٣ محاكاة الجهد المغذى لدائرة العاكس من خلال برنامج الماتلاب



شكل ٣-٤ الموجة الجيبية الناتجة من محاكاة الجهد المغذى لدائرة العاكس من خلال برنامج الماتلاب

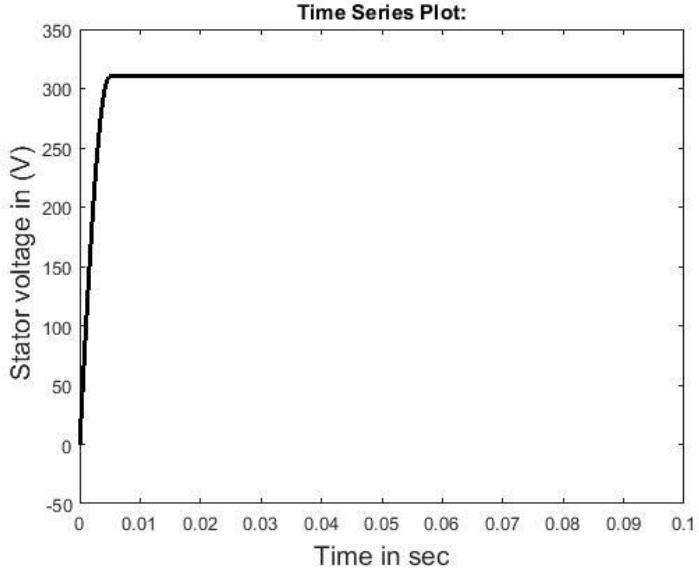
٣-٣ محاكاة المقوم ذو الموجة الكاملة احادى الوجه:

الشكل ٣-٥ يبين محاكاة مقوم ذو موجة كاملة مغذى من وجه واحد حيث تمت هذه التغذية من خلال المحاكاة التى تمت فى المخطط السابق حيث يتكون ذلك المقوم من قنطرة توحيد غير محكومة ولتنعيم موجة الجهد الناتجة من المقوم وجعلها اقرب ما تكون الى الجهد المستمر فاننا نضع مكثف على التوازى بعد دائرة التوحيد



شكل ٣-٥ يبين محاكاة مقوم ذو موجة كاملة مغذى من وجه واحد

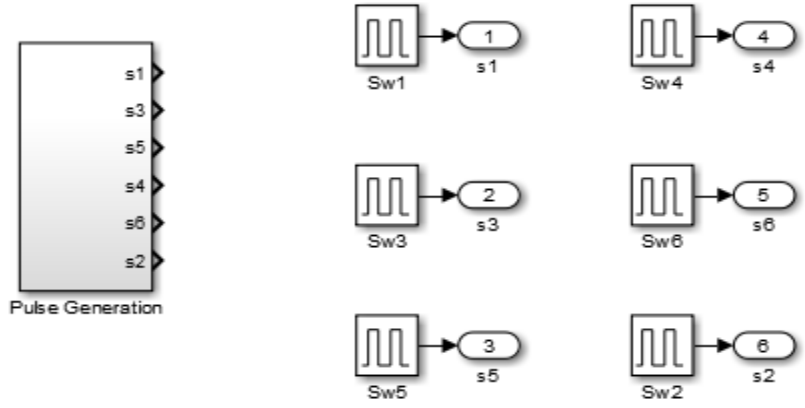
حيث الشكل ٣-٦ يوضح شكل الجهد الخارج بعد التوحيد حيث يبين خرج المقوم بعد اضافة مكثف التنعيم على التوازى حيث ادى ذلك الى ان الجهد الناتج من خرج المقوم بعد المكثف اقرب ما يكون الى الجهد المستمر



شكل ٣-٦ يوضح شكل الجهد الخارج بعد المكثف فى دائرة التوحيد

٣-٤ محاكاة مولد الموجات لتشغيل المفاتيح الالكترونية:

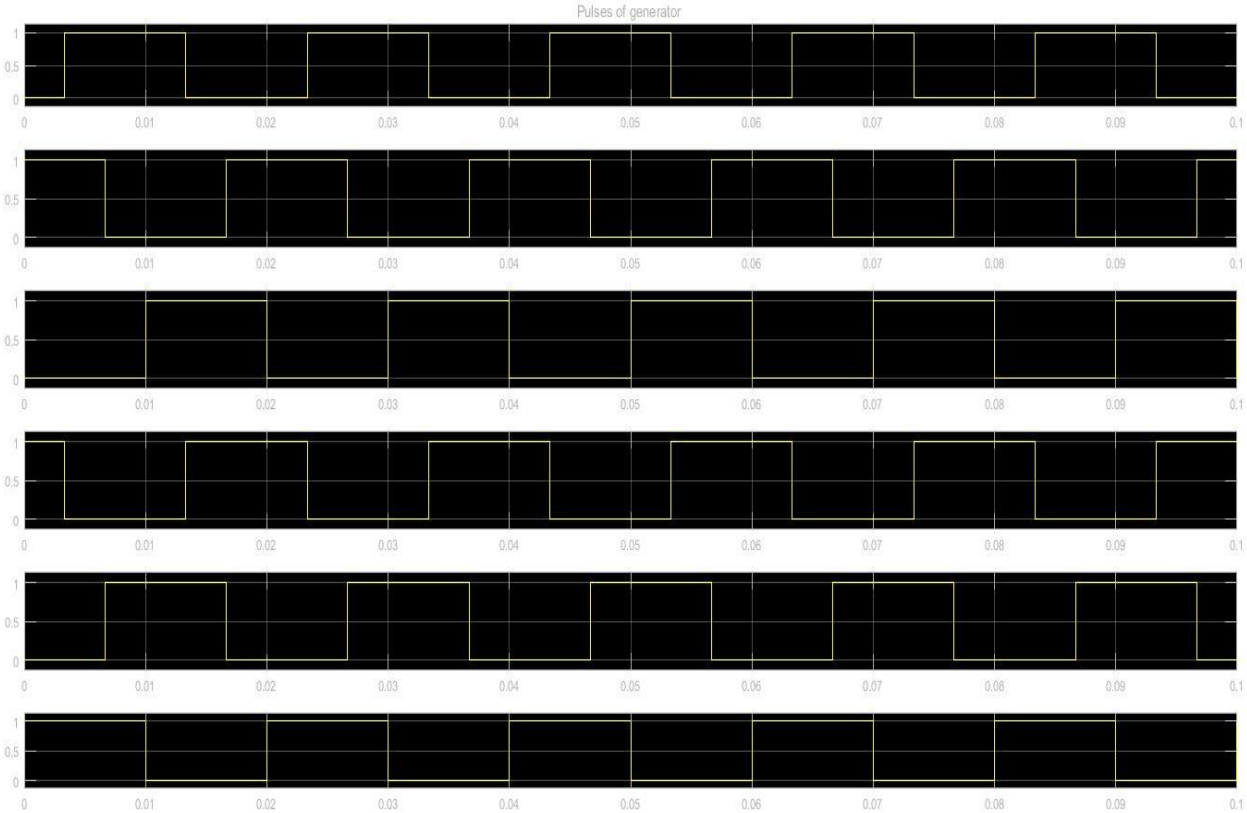
الشكل ٣-٧ يبين محاكاة مولد الموجات لتشغيل المفاتيح الالكترونية حيث يتضح وجود مولد موجة لكل مفتاح الكترونى



شكل ٣-٧ يبين محاكاة مولد الموجات لتشغيل المفاتيح الالكترونية

الشكل ٣-٨ يبين ناتج محاكاة مولد الموجات حيث يتضح من دراسة النبضات المولدة ان كل مفتاح يعمل ١٨٠ درجة ويفصل ١٨٠ درجة كما ان المفتاح الالكترونى السفلى فى الوجه الثانى يبداء بالتوصيل من البداية و يستمر حتى الزمن ٠,٠١ ثانية ويفصل عند هذا الزمن ثم يبداء المفتاح الالكترونى العلوى لنفس الوجه فى العمل ابتداء من هذا الزمن تقريبا ويستمر بالتوصيل حتى الزمن ٠,٠٢ ثانية ثم يقوم بالفصل وهكذا تستمر هذه الدورة للوجه الثانى ما دامت دائرة العاكس قيد التشغيل وما ينطبق على الوجه الثانى ينطبق على الوجه الاول والثالث ولكن زمن بدء الفصل والتوصيل لكل مفتاح الكترونى يختلف كما يمكن ملاحظة عمل ثلاثة مفاتيح فى الاوجه المختلفة فى نفس الوقت بحيث يتحقق اى من التالى:-

١- مفتاحان من المفاتيح العلوية مع مفتاح من المفاتيح السفلية فى الاوجه المختلفة يعملون معا
٢- اومفتاح من المفاتيح العلوية مع مفتاحين من المفاتيح السفلية فى الاوجه المختلفة يعملون معا
٣- يحدث ذلك كل ٦٠ درجة اى يتم تغيير ذلك الوضع ست مرات خلال الدورة الواحدة الواحدة

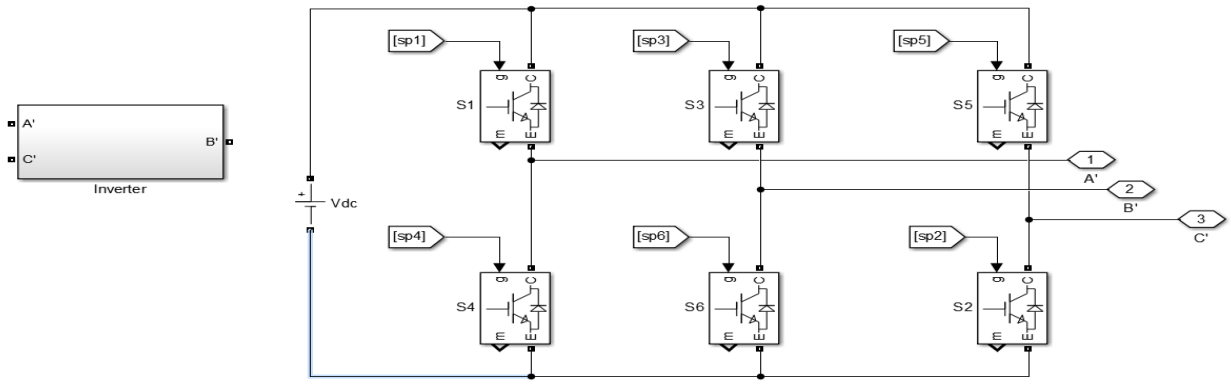


شكل ٣-٨ النبضات المولدة لتشغيل المفاتيح الالكترونية للعاكس فى حالة النجمة

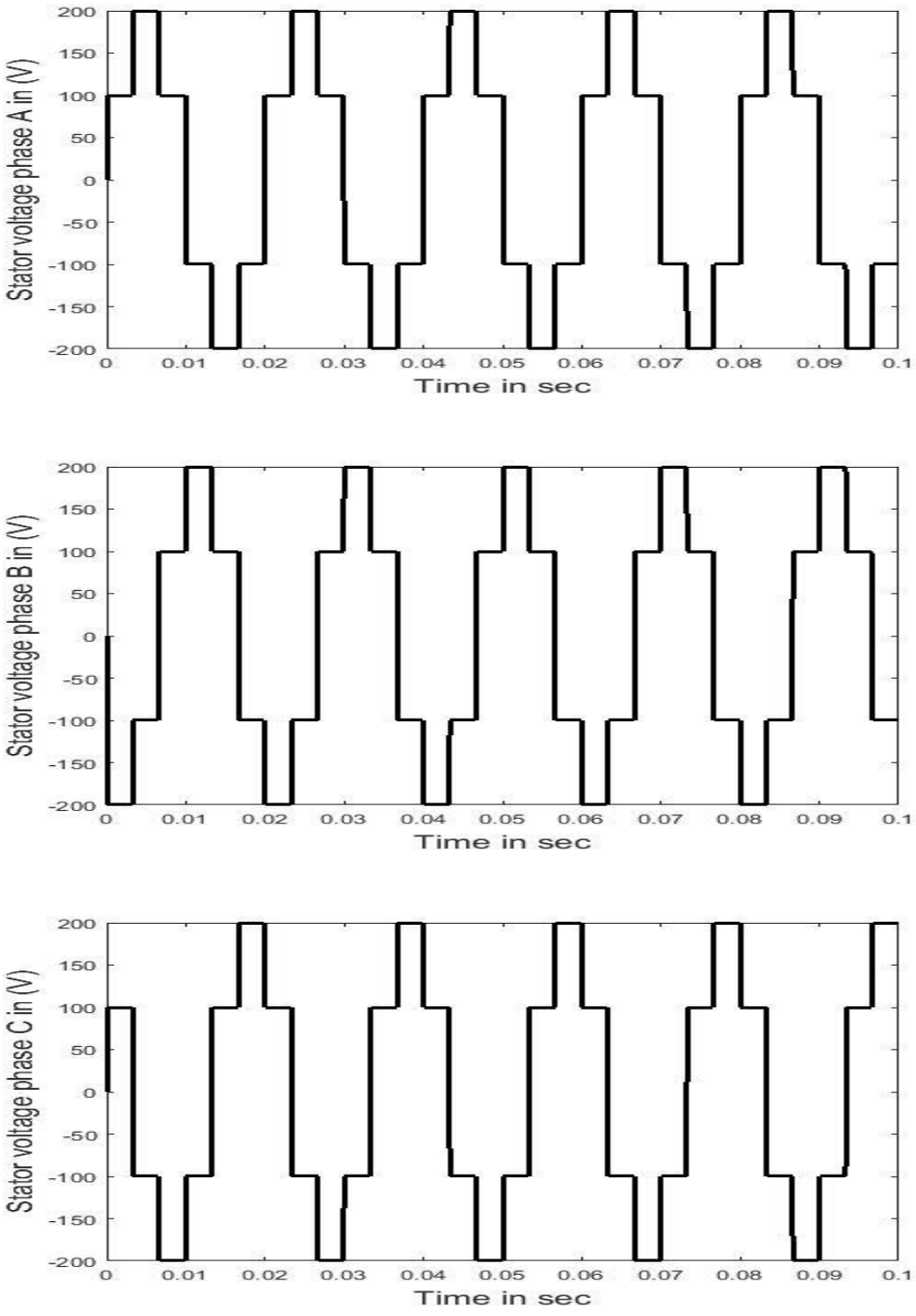
٣-٥ محاكاة دائرة القدرة للعاكس:

الشكل ٣-٩ يبين محاكاة دائرة القدرة للعاكس حيث نجد انه يتكون من عدد ستة مفاتيح الكترونية اثنان فى كل وجه يعملا بالتبادل ويمكن مشاهدة جهد الخرج لكل وجه فى الشكل ٣-١٠ وجهد الخرج ما بين الاوجه او ما بين الخطوط بالشكل ٣-١١ حيث يتضح ان جهد الوجه ياخذ الشكل السلمى وتكون قيمته اللحظية متغيرة ما بين ١٠٠ فولت الى ٢٠٠ فولت سواء فى الاتجاه الموجب او فى الاتجاه السالب اثناء فترة عمل المفاتيح الالكترونية ويحدث ذلك لكل وجه اى ان شكل الجهد ياخذ شكل الست خطوات المسمى بها ذلك العاكس

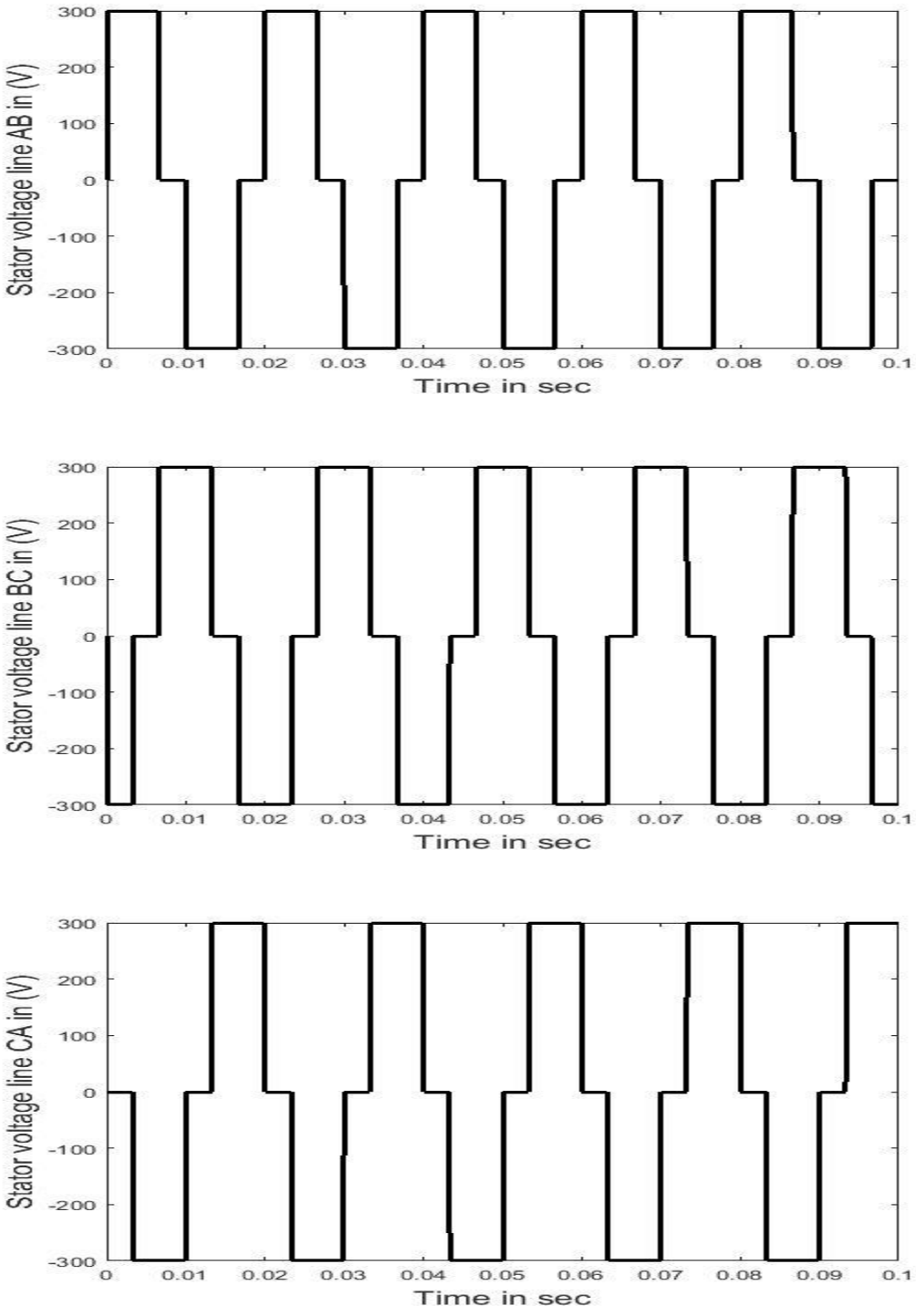
اما الجهد ما بين الخطوط يمكن ملاحظته كما اشرنا بالشكل ٣-١١حيث تلاحظ ان قيمة الجهد ما بين الخطوط يتراواح مابين ٣٠٠ فولت صفر و -٣٠٠ فولت اى ياخذ شكل المربع سواء فى الاتجاه الموجب او فى الاتجاه السالب وسبب وصول الجهد الى القيمة صفرا هو تساوى جهد الخطان اللذين نقيس الجهد بينهما حيث تكون قيمة ذلك الجهد هى الفرق ما بين جهد الوجهين اما عند وصول الجهد الى ٣٠٠ فولت فان ذلك يحدث لان جهد الوجهان احدهما موجب وتكون قيمته ٢٠٠ فولت والاخر سالب وتكون قيمته -١٠٠ فولت وعلى ذلك فان فرق الجهد مابين الوجهين هو ٢٠٠ –(-١٠٠) فيصبح ٣٠٠ فولت اما عند وصول الجهد الى -٣٠٠ فولت فان ذلك يحدث لان جهد الوجهان احدهما سالب وتكون قيمته -٢٠٠ فولت والاخر موجب وتكون قيمته ١٠٠ فولت وعلى ذلك فان فرق الجهد مابين الوجهين هو ٢٠٠ –(١٠٠) فيصبح -٣٠٠ فولت



شكل ٣-٩ محاكاة دائرة القدرة للعاكس



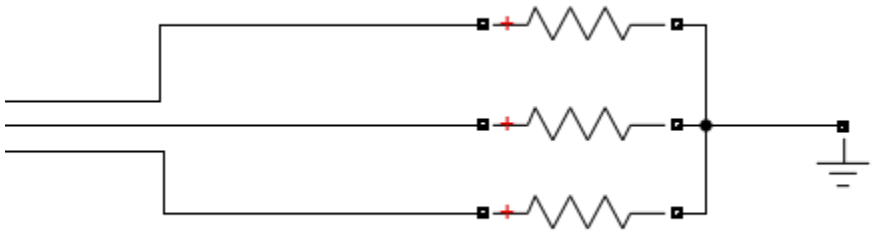
شكل ٣ ـ ١٠ جهد الخرج للوجه الاول والثانى والثالث



شكل ٣ ـ١١ جهد الخرج للخطوط

٣-٦ محاكاة دائرة الحمل:

الشكل ٣-١٢ يبين محاكاة الحمل باستخدام برنامج الماتلاب حيث الحمل عبارة عن مقاومات حرارية متصلة على شكل نجمة اما الشكل ٣-١٣ فيمثل التيار المار فى هذا الحمل حيث تلاحظ تطابق شكل التيار مع شكل جهد الوجه وذلك بسبب ان الحمل هو عبارة عن مقاومة حرارية كما تلاحظ ان تيار الخط مساوى لتيار الوجه



شكل ٣ -١٢ محاكاة الحمل

٣-٧ قياس مقدار التوافقيات فى كلا من الفولت والتيار:

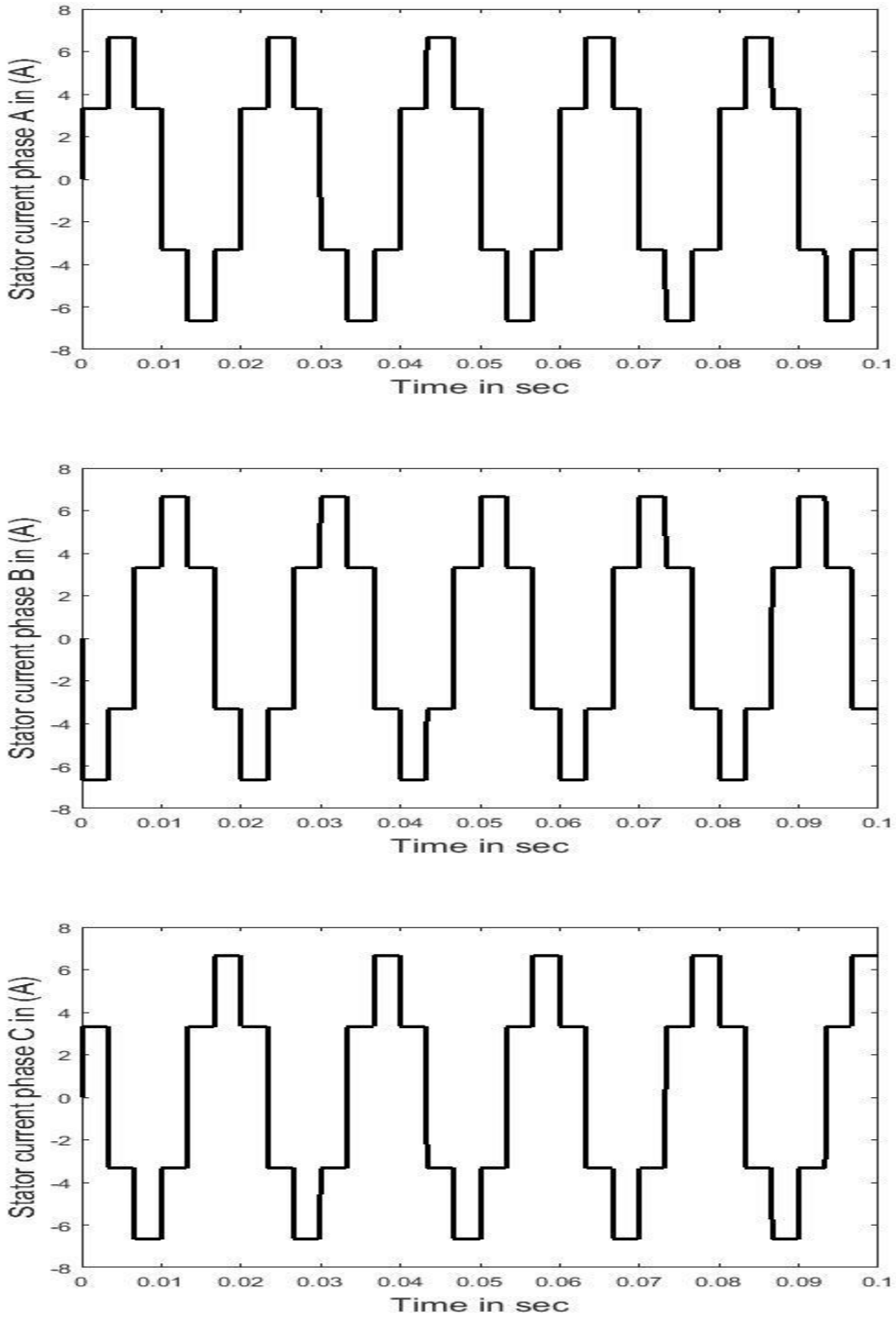
يوفر برنامج الماتلاب اداة قوية لقياس التشوهات الحادثة فى موجات التيار والجهد وذلك بقياس التوافقيات فى الاشارات الكهربية الناتجة من المحاكاة مقارنة بموجة الجهد و التيار الاساسية وذلك حتى يمكن تقليل تلك التوافقيات من خلال المحاكاة والبدء فى تنفيذ ذلك عمليا وعلى ذلك فقد تم قياس التوافقيات فى كلا من الجهد والتيار سواء كان جهد الوجه او جهد الخط وبدراسة مقدار التشوه فى الاشارت المختلفة وجد الاتى:

اولا بالنسبة لجهد الوجه:

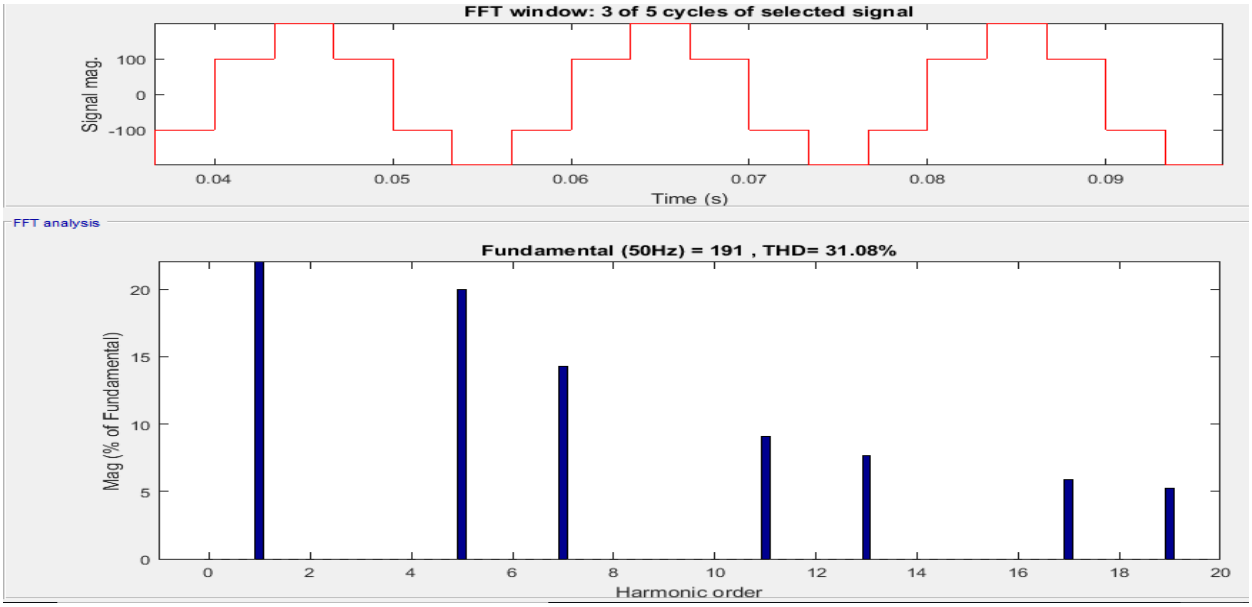
بدراسة الشكل ٣-١٤ وجد ان موجة الجهد الاساسية ذات التردد ٥٠ هرتز مقدارها ١٩١ فولت ومقدار التشوه الكلى وجد ٣١,٠٨% كما تلاحظ ان التوافقيات الظاهرة هى توافقيات من النوع الفردى

ثانيا بالنسبة لجهد الخطوط:

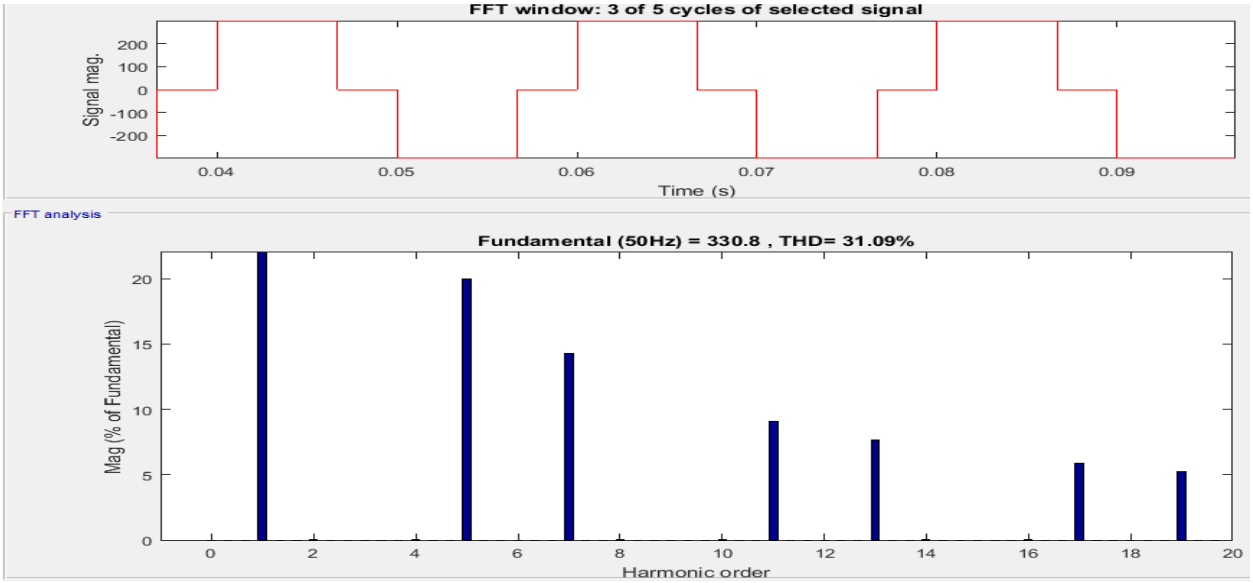
بدراسة الشكل ٣-١٥ وجد ان موجة الجهد الاساسية ذات التردد ٥٠ هرتز مقدارها ٣٣٠,٨ فولت ومقدار التشوه الكلى وجد ٣١,٠٩% كما تلاحظ ان التوافقيات الظاهرة هى توافقيات من النوع الفردى



شكل ٣ -١٣ تيارالخرج للخطوط



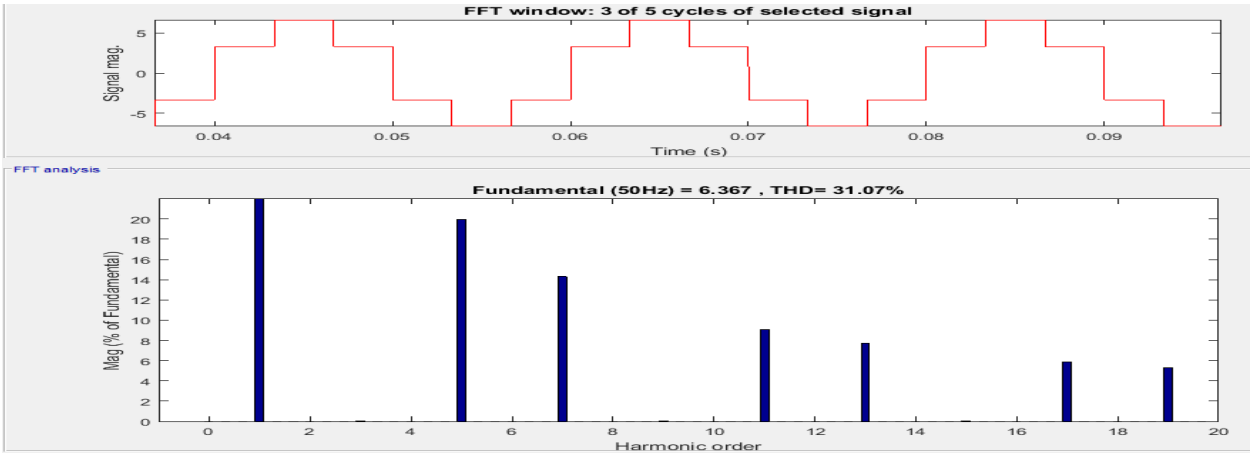
شكل ٣ ـ ١٤ التشوه الحادث فى جهد الوجه



شكل ٣ ـ ١٥ التشوه الحادث فى جهد الخطوط

ثالثا بالنسبة للتيار:

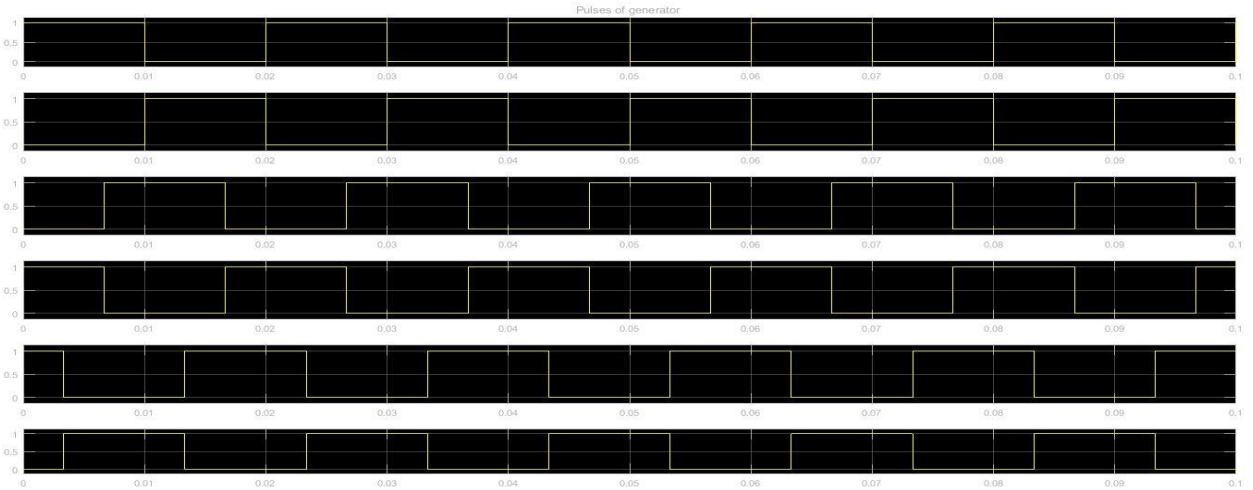
بدراسة الشكل ٣-١٦وجد ان موجة التيار الاساسية ذات التردد ٥٠ هرتز مقدارها ٦,٣٦٧ امبير ومقدار التشوه الكلى وجد ٣١,٠٩% كما تلاحظ ان التوافقيات الظاهرة هى توافقيات من النوع الفردى



شكل ٣ -١٦ التشوه الحادث فى التيار

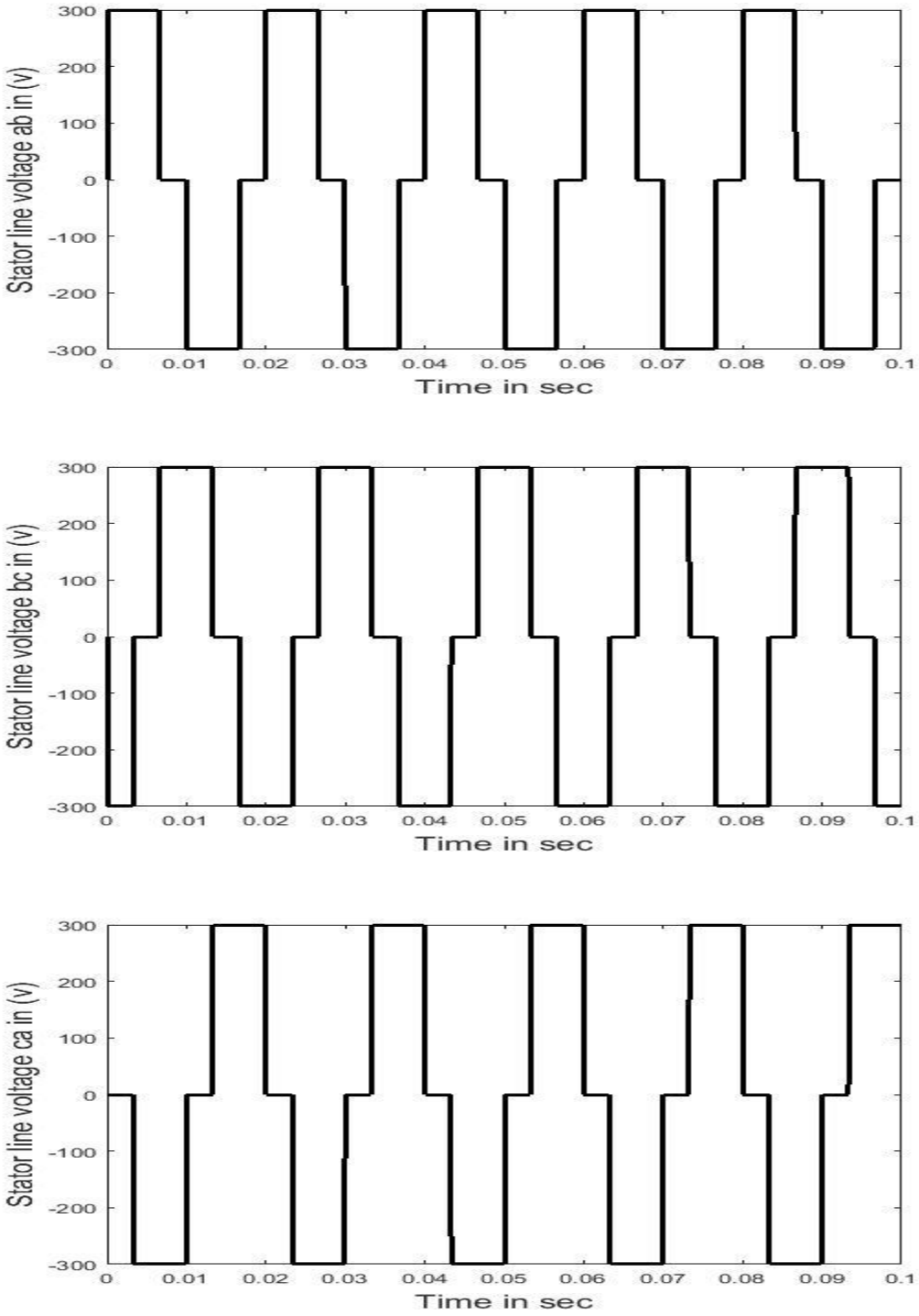
٣-٨ شكل كلا من الفولت والتيار مع تغير الحمل من نجمة الى دلتا:

فى هذا الجزء تم تغيير الحمل من نجمة الى دلتا وتم قراءة الاشارة الناتجة لكلا من مولد النبضات وجهد الوجه والجهد ما بين الخطوط وتيار الوجه والخط لملاحظة مدى اختلاف شكلهما حيث تلاحظ ان مولد النبضات كان بالشكل ٣-١٧ حيث عمل مولد النبضات لكل وجه بالتبادل بمعنى ان كل مفتاح الكترونى (الترانزستور ثنائى القطبية ذو البوابة المعزولة) يعمل لمدة ٠,٠١ ثانية ثم يفصل ويبدا المفتاح الالكترونى الاخر فى العمل لنفس المدة الزمنية فى نفس الوجه وتكرر هذه الدورة للمفاتيح الالكترونية كل دورة بحيث فى كل ٦٠ درجة تبداء مرحلة جديدة من حيث اماكن المفاتيح التى تقوم بالفصل والتوصيل بمعنى ان فى اول ٦٠ درجة تعمل المفاتيح الالكترونية ارقام ١- ٥- ٦ ثم فى ٦٠ درجة التالية تعمل المفاتيح ارقام ١- ٢- ٥ وهكذا حتى تنتهى الدورة



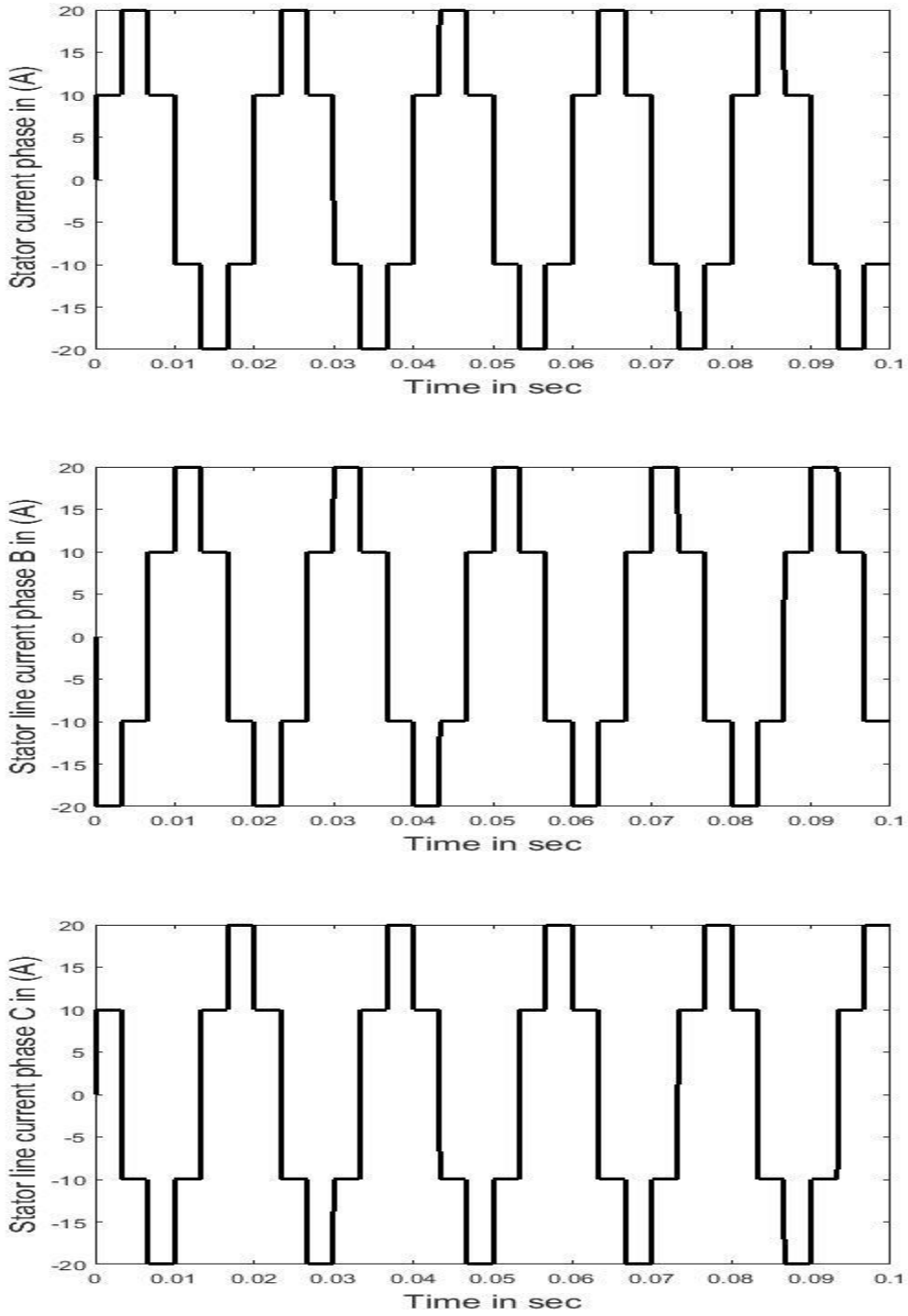
شكل ٣-١٧ **النبضات المولدة لتشغيل المفاتيح الالكترونية للعاكس فى حالة الدلتا**

ومن القياسات اتضح تشابه جهد الوجه مع جهد الخطوط من ناحية الشكل ولذلك اكتفينا برسم جهد الخطوط حيث كان كما بالشكل ٣-١٨ اى انحصر بين القيم ٣٠٠ فولت وصفر فولت و-٣٠٠ فولت



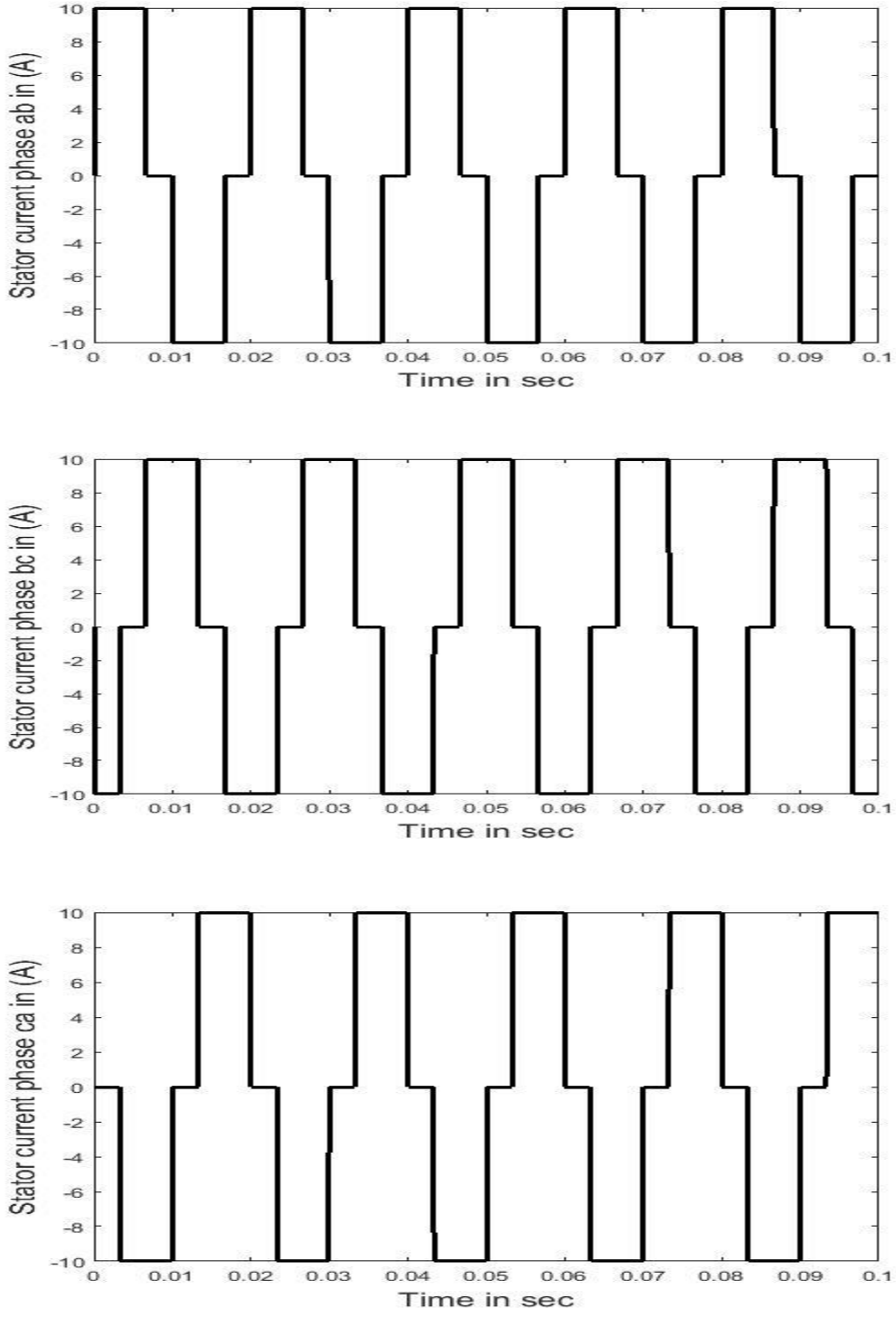
شكل ٣-١٨ الجهد بين الخطوط المختلفة

اما تيار الخط فكان كما بالشكل ٣- ١٩حيث تغيرت قيم التيارات فى الاوجه من الموجب الى السالب وتراوحت القيم ما بين ١٠ و٢٠ امبير سواء كان التيار فى نصف الموجة السالب او الموجب



شكل ٣-١٩تيار الخط

اما الشكل ٣-٢٠ فيبين شكل تيار الوجه حيث يلاحظ انه مختلف عن تيار الخطوط حيث اخذ الشكل المربع سواء كان موجبا اوسالبا حيث كانت قيمه ما بين ١٠ امبير وصفر امبير و -١٠ امبير



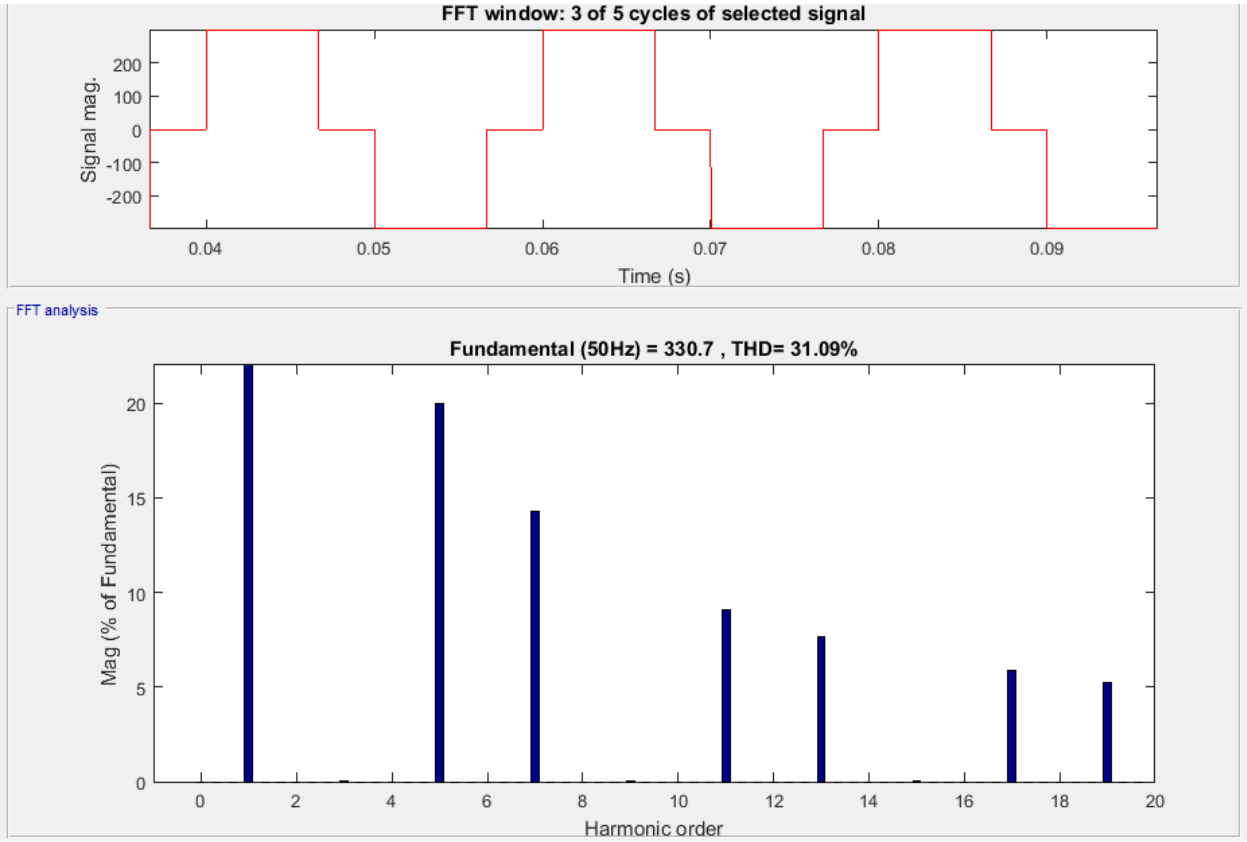
شكل ٣-٢٠تيار الوجه

٣-٩ قياس مقدار التوافقيات فى كلا من الفولت والتيار فى حال توصيل الحمل دلتا:

تم قياس التوافقيات فى كلا من الجهد والتيار سواء كان جهد الوجه او جهد الخط وبدراسة مقدار التشوه فى الاشارت المختلفة وجد الاتى:

اولا بالنسبة لجهد الوجه او الخط:

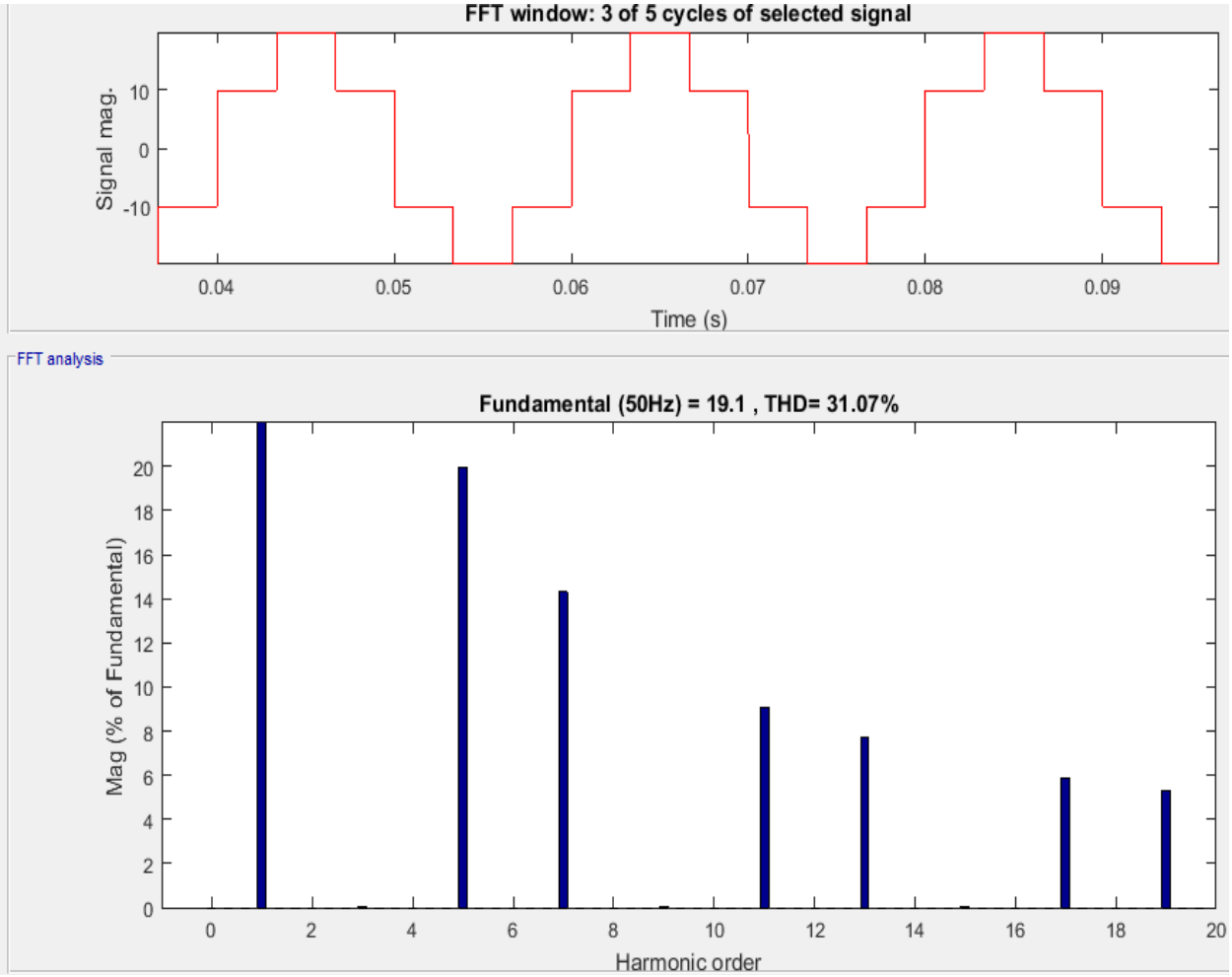
من خلال رؤية اشارات الجهد سواء للخط او للوجه تلاحظ التشابه بينهما وبدراسة الشكل ٣-٢٢ وجد ان موجة الجهد الاساسية ذات التردد ٥٠ هرتز مقدارها ٣٣٠ فولت ومقدار التشوه الكلى وجد ٣١,٠٩% كما تلاحظ ان التوافقيات الظاهرة هى توافقيات من النوع الفردى



شكل ٣-٢٢ التشوه فى شكل الجهد للوجه والخط

ثانيا بالنسبة لتيار الخط:

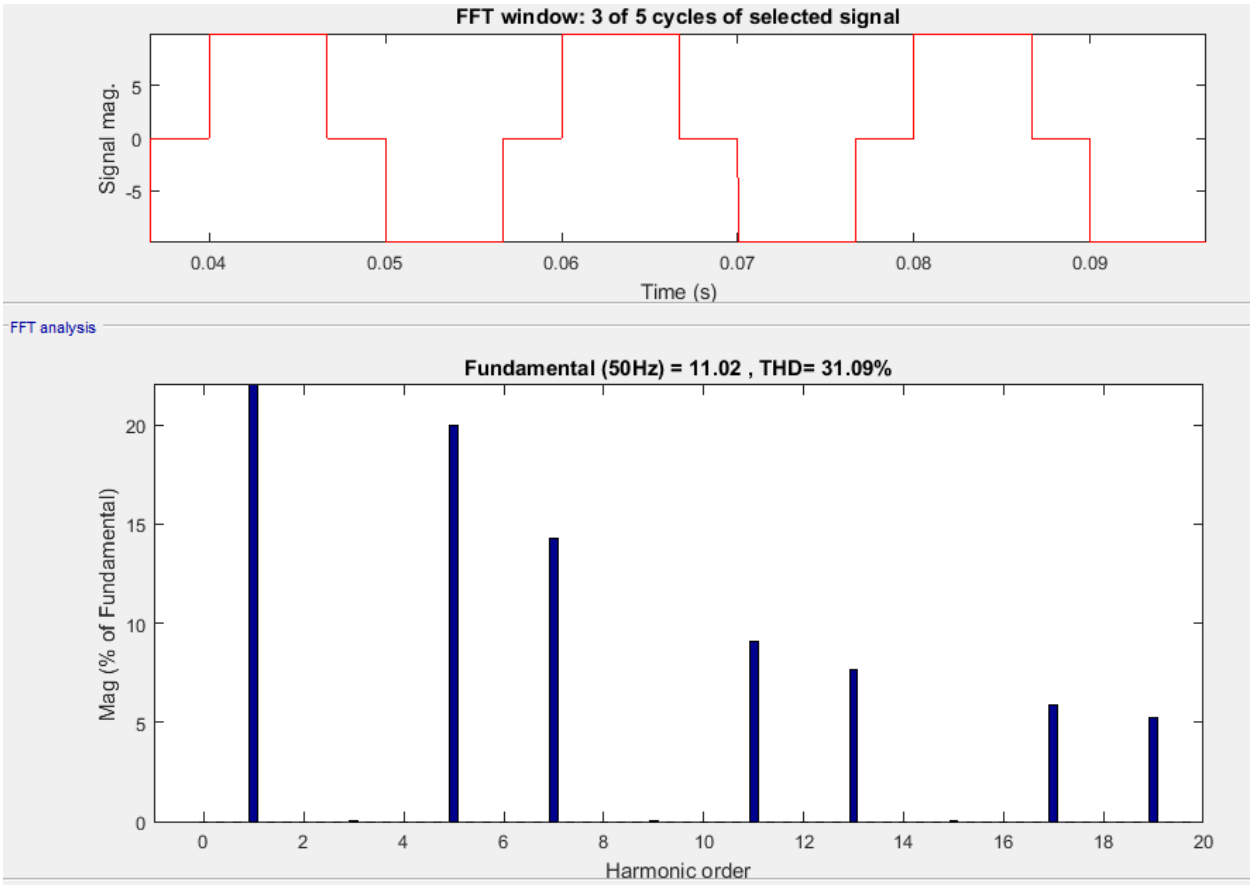
بدراسة الشكل ٣-٢٣ وجد ان موجة التيار الاساسية ذات التردد ٥٠ هرتز مقدارها ١٩,١ امبير ومقدار التشوه الكلى وجد ٣١,٠٧% كما تلاحظ ان التوافقيات الظاهرة هى توافقيات من النوع الفردى



شكل ٣-٢٣ التشوه فى شكل تيار للخط

ثالثا بالنسبة للتيار الوجه:

بدراسة الشكل ٣-٢٤وجد ان موجة التيار الاساسية ذات التردد ٥٠ هرتز مقدارها ١١,٢ امبير ومقدار التشوه الكلى وجد ٣١,٠٩% كما تلاحظ ان التوافقيات الظاهرة هى توافقيات من النوع الفردى

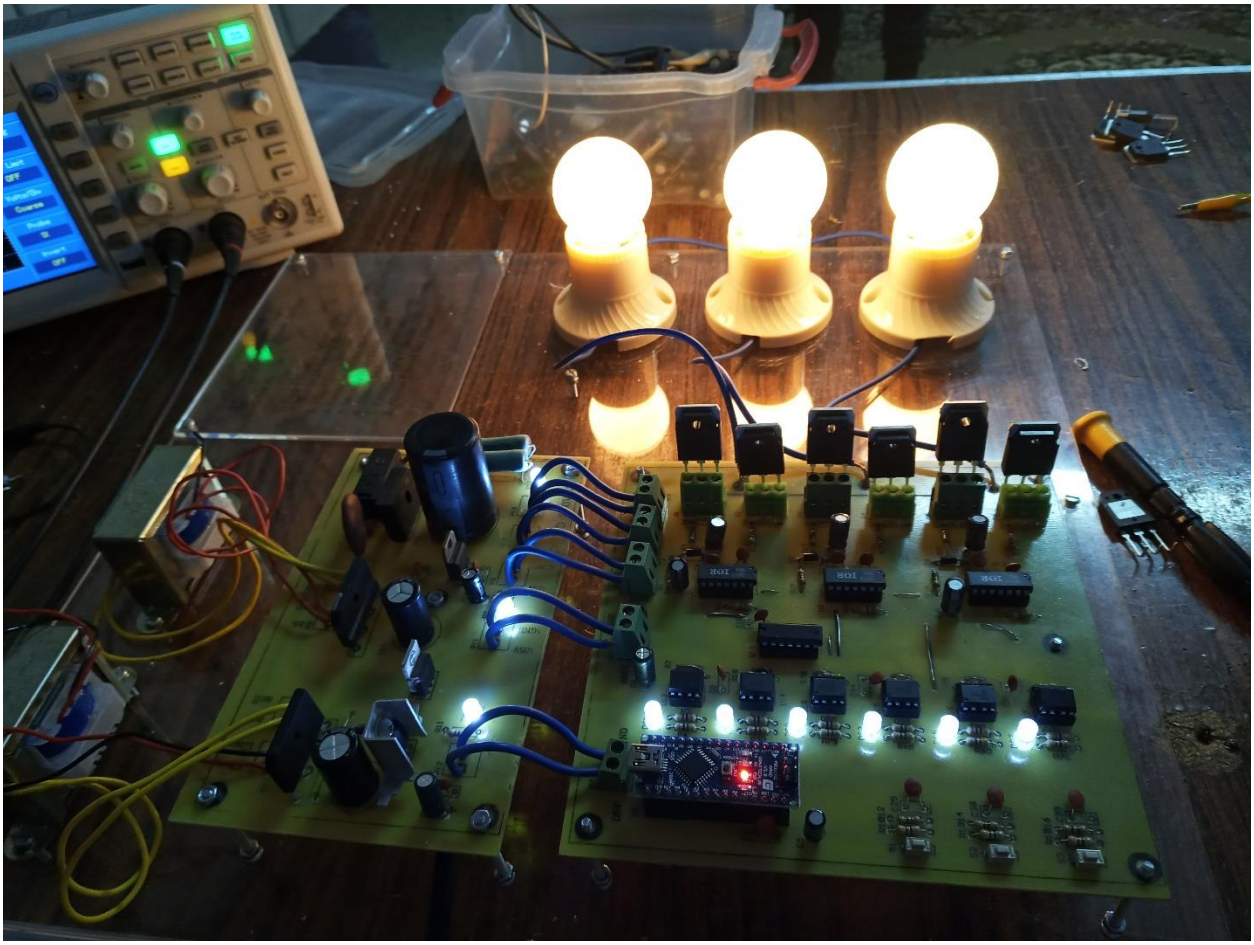


الشكل ٣-٢٤ التشوه فى شكل تيار الوجه

الفصل الرابع

تصنيع العاكس معمليا

فى هذا الفصل تم استعراض كيفية تصنيع العاكس معمليا بالاضافة الى البرامج المستخدمة لادارة العاكس حيث تم تقسيم العاكس الى مجموعة من دوائر القدرة ومجموعة من دوائر التحكم كما تم قياس النتائج العملية من خلال الاسليسكوب وعرضها داخل هذا الفصل والشكل ٤-١ يوضح صورة فوتوغرافية لمشروع العاكس بالكامل كما يجدر الاشارة الى انه تم تقسيم دوائر الخاصة بمشروع العاكس كالتالى:

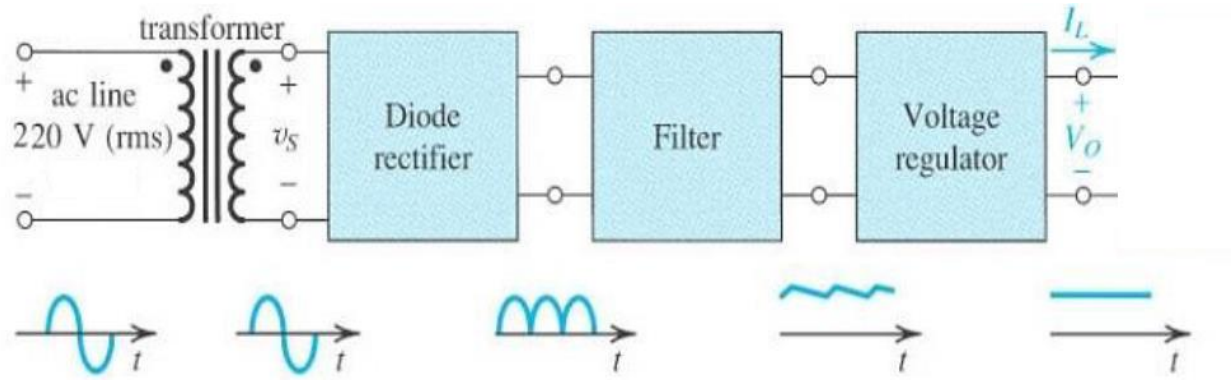


شكل ٤-١ صورة فوتوغرافية لمشروع العاكس

٤-١ دوائر مصادر القدرة والتحكم للجهد المستمر:

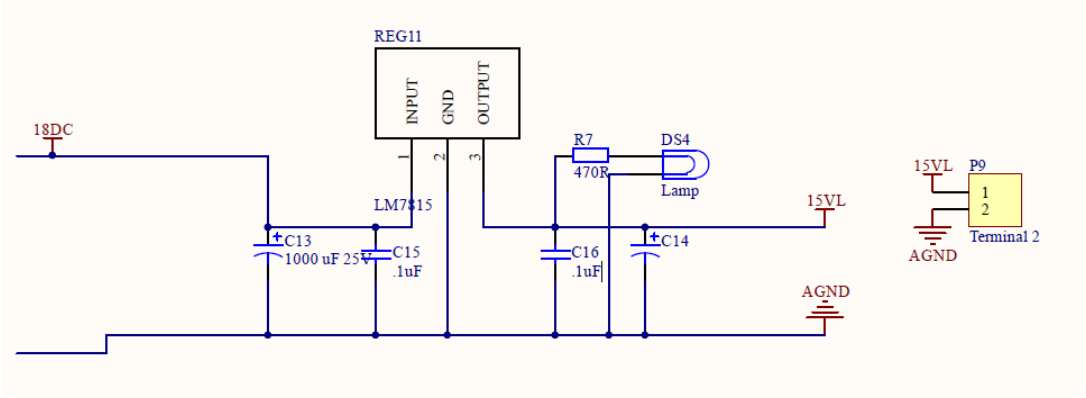
شملت دوائر القدرة (Power supplies) العديد من الدوائر المستخدمة سواء لتغذية دوائر القدرة الخاصة بالعاكس او دوائر التحكم لقيادة العاكس او قيادة التحكم ككل حيث تكون هذه الدوائر متشابه فى الشكل لكنها

مختلفة من ناحية القدرة الناتجه منها حيث الشكل ٤-٢ يبين مخطط دائر القدرة الخاصه بتحويل التيار المتردد الى تيار مستمر وذلك من اجل تغذية العاكس بالجهد المستمر حيث يتضح ان الدائرة مكونة من محول كهربى ثم فيوز لحماية من القصر ثم قنطرة توحيد لتحويل التيار المتردد الى تيار مستمر ثم تاتى مرحلة التنعيم فنستخدم مكثف حيث يعمل كفلتر ثم تاتى مرحلة منظم الجهد الذى يعمل على تنظيم الجهد وتثبيت قيمته حيث تم استخدام المنظم (LM7805) ثم تم استخدام مكثفات اخرى لازالة الشوشرة



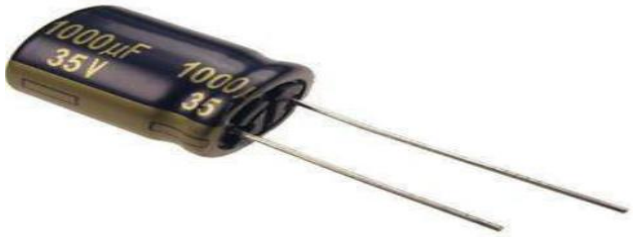
شكل ٤-٢ مخطط دائر القدرة الخاصه بتحويل التيار المتردد الى تيار مستمر

اما شكل التخطيطى للدائرة التى تم تنفيذها فهى موضحة بالشكل ٤- ٢ اما الشكل ٤-٣ فيبين الدائرة المصممة بواسطة برنامج الالتيم لادائرة التحكم فى قيادة مولد النبضات الخاصة بالعاكس كمثال لدوائر القدرة التى تنتج جهد مستمر حيث الجهد الناتج منها هو ١٥ فولت جهد مستمر



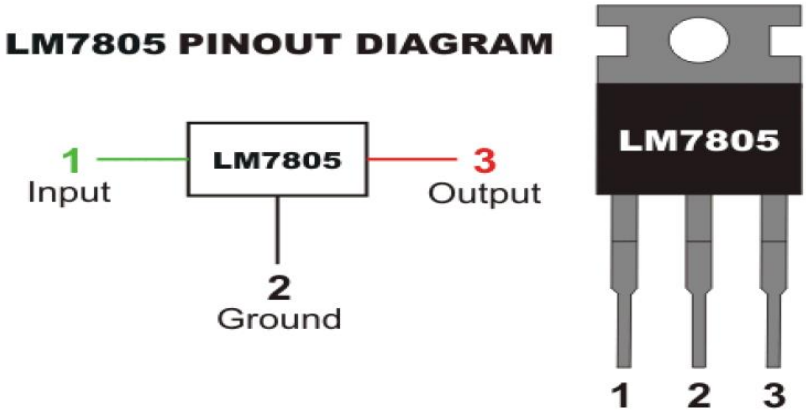
شكل ٤-٣ دائرة ادارة التحكم فى قيادة النبضات باستخدام برنامج الالتيم

اما الشكل ٤-٤ فيبين صورة حقيقية للمكثف المستخدم فى التنعيم اما الشكل ٤-٥ فيبين صورة حقيقية لمكثفات ازالة الضوضاء اما الشكل ٤-٦ فيبين شكل منظم الجهد المستخدم اما الشكل ٤-٧ فيبين قنطرة التوحيد والشكل ٤-٨ يبين الموحد المشع للدلالة على وجود جهد اما الشكل ٤-٩ فيبين المقاومات المستخدمة

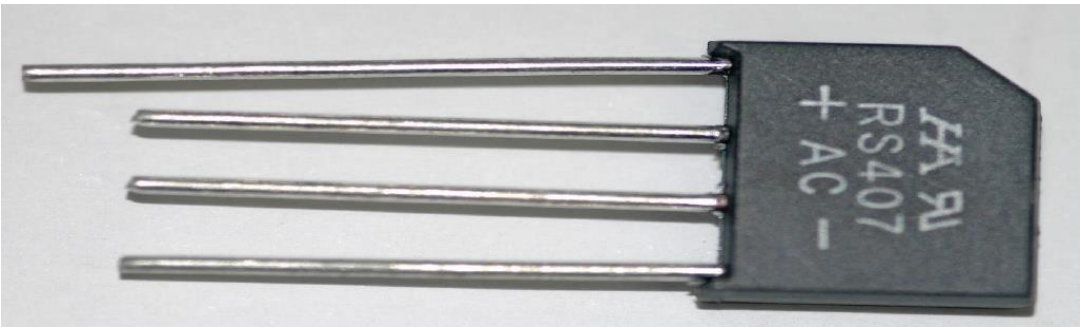


شكل ٤- ٤ صورة لمكثف التنعيم

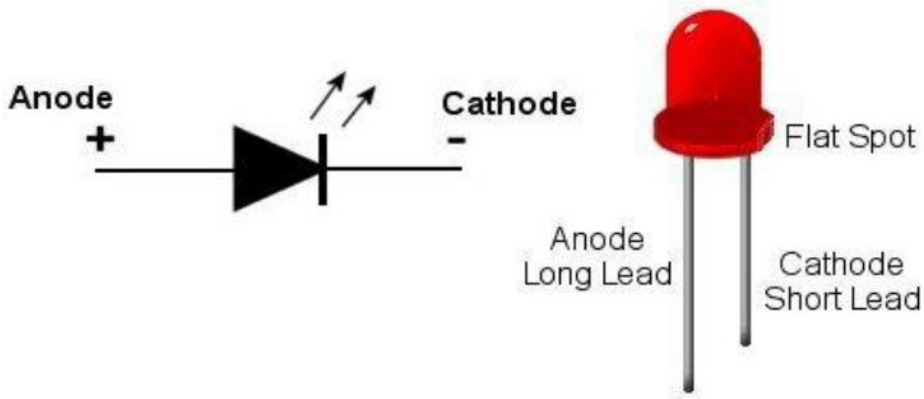
شكل ٤- ٥ صورة لمكثفات ازالة الضوضاء



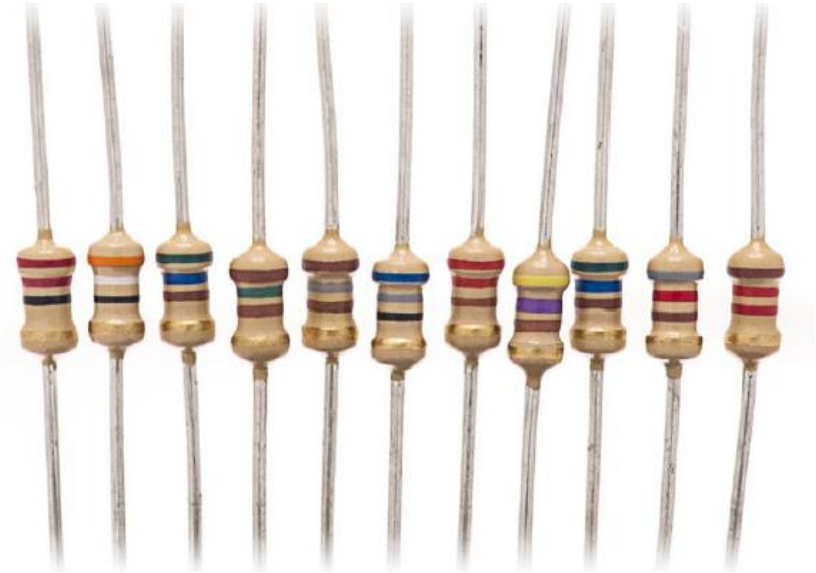
شكل ٤- ٦ صورة لمنظم الجهد



شكل ٤- ٧ صورة لقنطرة التوحيد



شكل ٤- ٨ صورة للموحد المشع للدلالة على وجود جهد

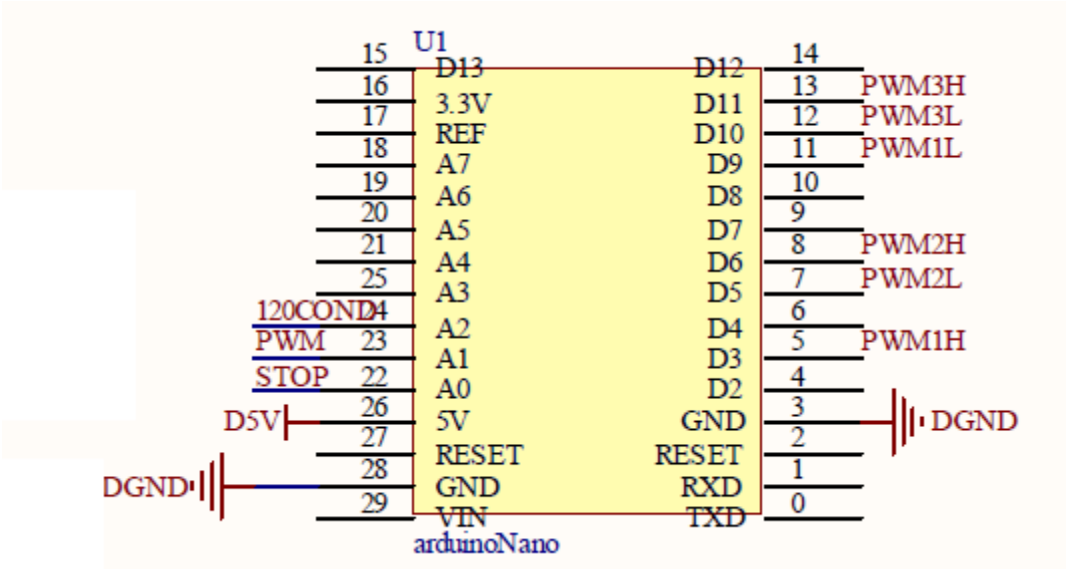


شكل ٤- ٩ صورة لاشكال المقاومات المستخدمة

اما بخصوص دوائر القدرة المغذية لدوائر التحكم فهى مصممة بنفس الطريقة ولكنها مختلفة فى قيم الجهود الناتجة منها حيث تكون الجهود ٥ فولت لتغذية التحكم ما قبل دوائر قيادة العاكس و ١٥ فولت لدوائر التحكم الخاصة بدائرة قيادة المفاتيح الالكترونية للعاكس

٤-٢ دوائر مصادر القدرة للعاكس:

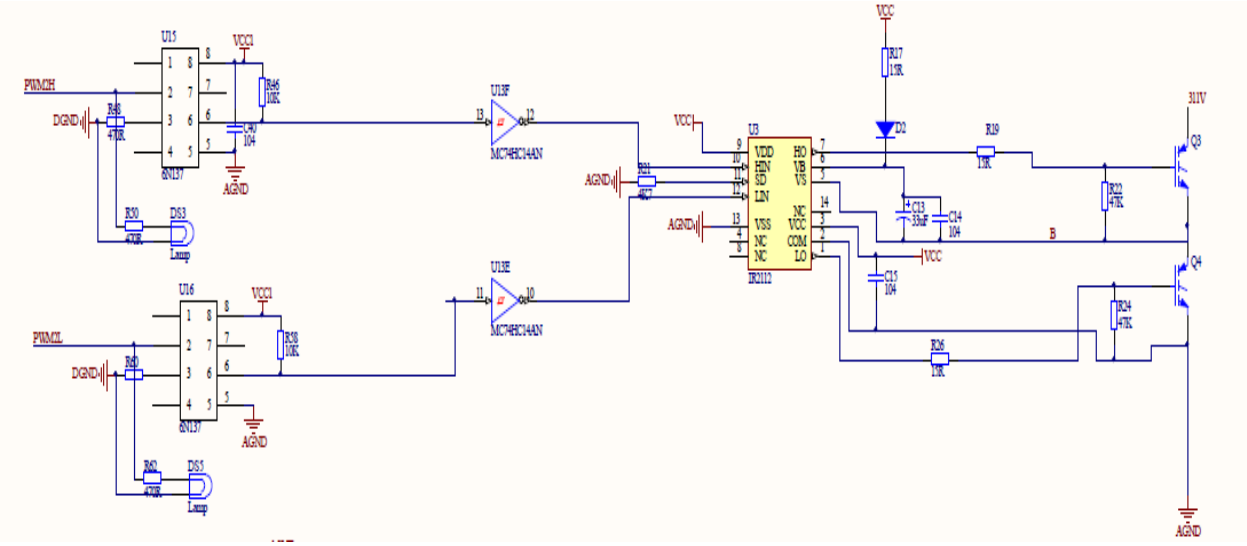
يشمل الشكل ٤-١٠ دائرة الاردينو التى عن طريق برمجتها تم توليد النبضات التى تعمل على تشغيل المفاتيح الالكترونية (الترانزستور ثنائى القطبية ذو البوابة المعزولة) لكى يتم فتح وغلق هذه المفاتيح بنفس الطريقة التى تم شرحها فى الفصل السابق لادارة الحمل الذى هو عبارة عن لمبات كهربية وتوليد الجهد المتردد المطلوب



شكل ٤-١٠ دائرة الاردينو من خلال برنامج الالتيم

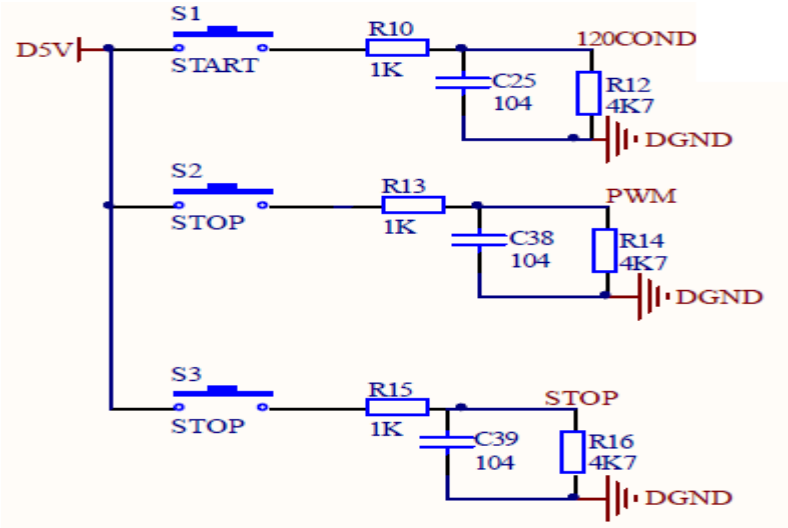
ونظرا لان جهد النبضات الناتج من الاردينو غير كاف لتشغيل المفاتيح الالكترونية (الترانزستور) حيث يكون ذلك الجهد ٥ فولت فقد تم رفع مستوى الجهد الى ١٥ فولت والتى تكون كافية لادارة العاكس عن طريق مكبر وقائد التشغيل الخاص بالنبضات المرسلة للترانزستور (IR2112) مما يؤدى لادارة المفاتيح الالكترونية للعاكس بالطريقة المطلوبة كما يجدر الاشارة الى انه تم استخدام اوبتوكبلر للحماية (MC74HC14AN) بواقع واحد لكل نبضة وذلك لعزل الخطاء اذا حدث لا قدر الله لحماية الاردينو ولتشغيل المفاتيح الالكترونية لكل وجه بالتبادل حيث يتم تشغيل المفتاح العلوى والسفلى بالتبادل ونظرا لان IR2112 يملك اشارتين جهد عالى ١٥ فولت فقد تم استخدامه لتشغيل المفاتيح الالكترونية للوجه بالكامل اى اننا نحتاج لعدد ثلاثة IR2112

لقيادة العاكس باكمله اى بواقع واحد لكل وجه والشكل ٤-١١ يوضح دائرة ادارة وجه واحد للعاكس اما بقية الاوجه فهى تماثل هذه الدائرة من ناحية التركيب



شكل ٤-١١ دائرة ادارة وجه واحد للعاكس

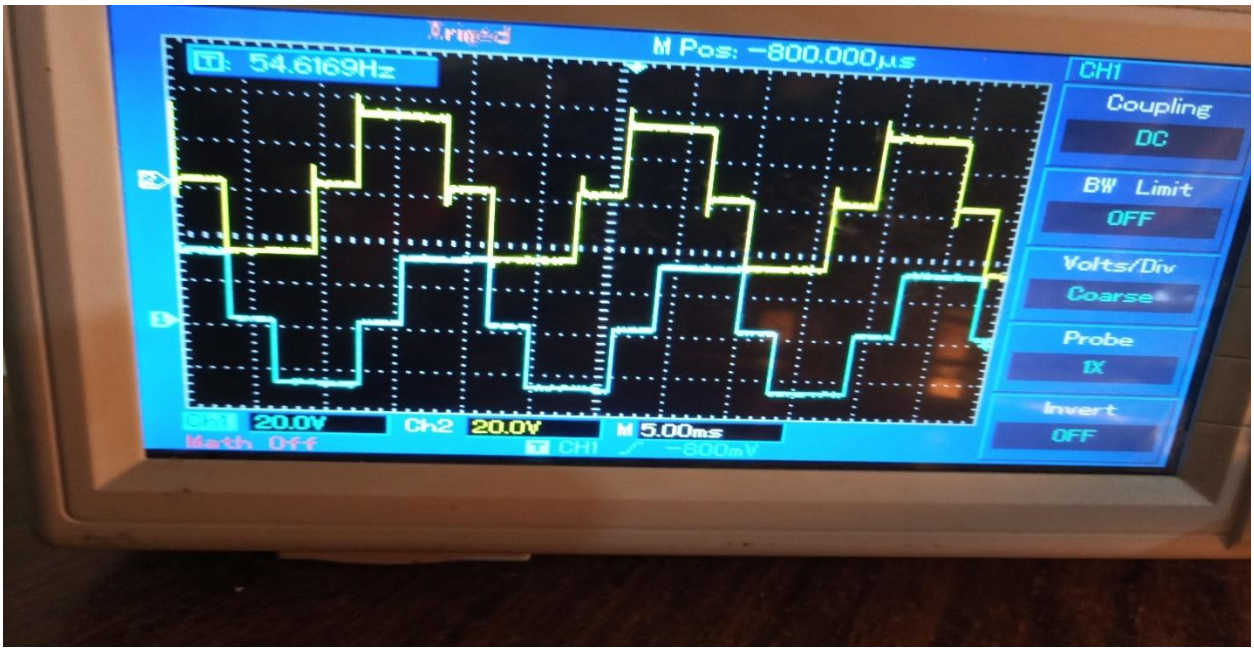
اما الشكل ٤-١٢ فيوضح دائرة التشغيل والايقاف لدائرة العاكس



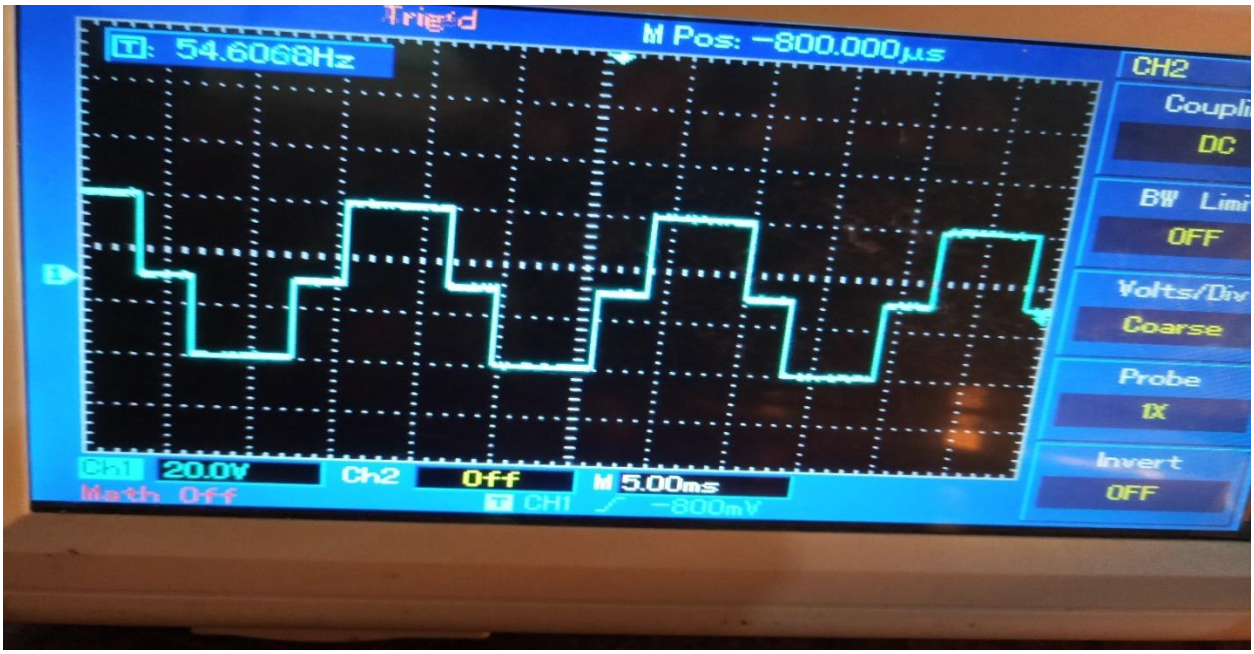
شكل ٤-١٢ دائرة التشغيل والايقاف للعاكس

اما الشكل ٤-١٣ فيبين جهد الخطوات ا-ب و ب-ج المقاس من خلال الاسيليسكوب حيث يلاحظ تشابه شكل هذا الجهد مع الجهد المناظر من خلال المحاكاة فى حالة توصيل الحمل نجمة اما الشكل ٤-١٤ فيبين جهد

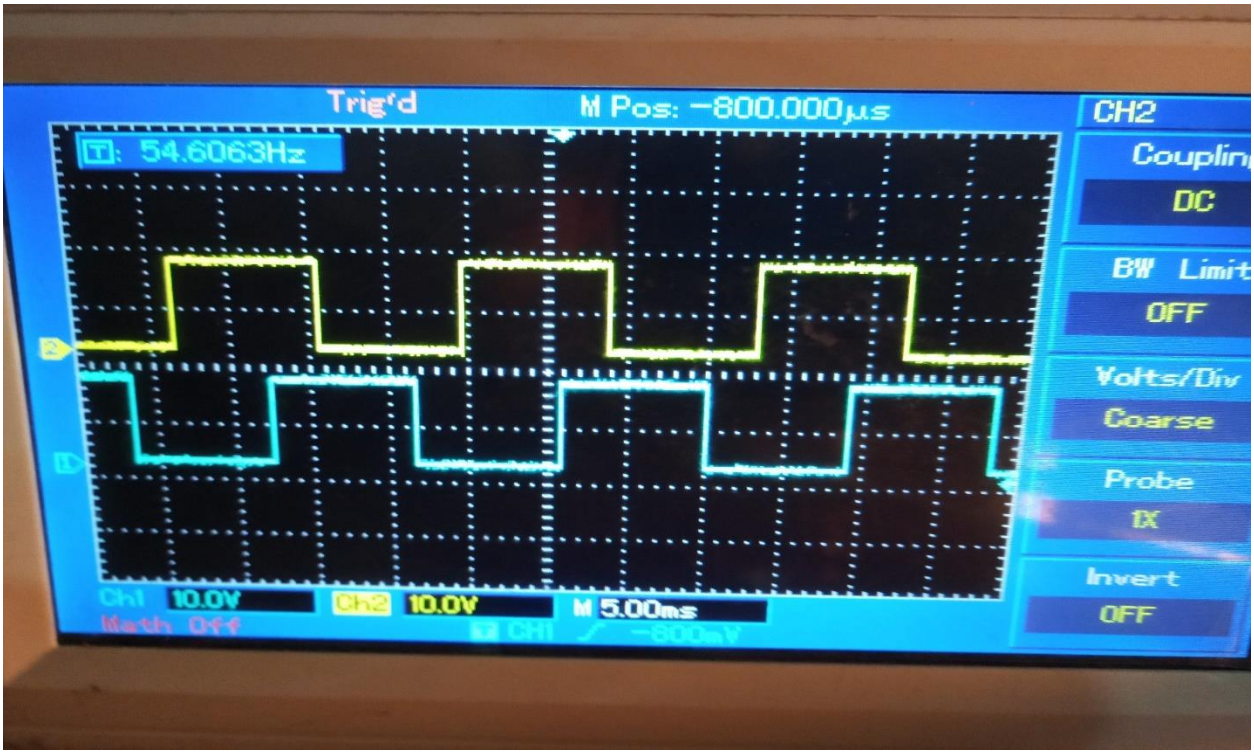
الخطوط المقاس من خلال الاسيليسكوب ا-ب حيث يلاحظ تشابه شكل هذا الجهد مع الجهد المناظر فى حالة المحاكاة اما الشكل ٤-١٥ فيبين مثال لنبضتين من النبضات التى تقوم بتشغيل المفاتيح الالكترونية اما الشكل ٤-١٦ فيبين مثال لنبضة واحدة لتشغيل احد المفاتيح الالكترونية



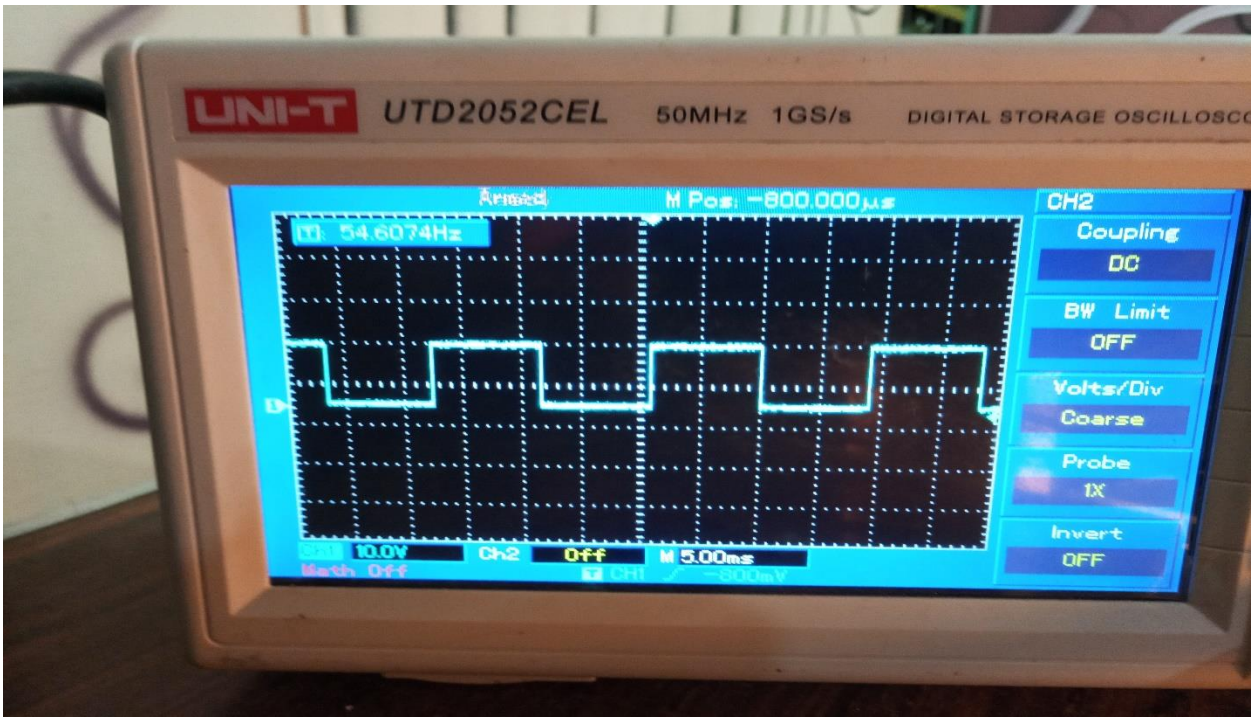
شكل ٤-١٣ جهد الخطوط ا-ب و ب-ج من خلال الاسيلسكوب



شكل ٤-١٤ جهد الخطوط ا-ب من خلال الاسيلسكوب



شكل ٤-١٥ مثال للنبضات التى تعمل على تشغيل العاكس من خلال الاسيلسكوب



شكل ٤-١٦ مثال لنبضة واحدة لتشغيل احد المفاتيح الالكترونية

الفصل الخامس

مناقشة النتائج والدراسات المستقبلية

٥-١ نتائج المحاكاة والدراسة المعملية:

من خلال هذا المشروع مدى كفاءة العاكس المستخدم لتشغيل الاحمال المختلفة واتضح التشابه الواضح ما بين المحاكاة والنواتج المعملية حيث تم بناء النموذج الخاص بالعاكس من خلال برنامج الماتلاب وتم قياس التيارات والجهود المختلفة مع اكثر الاحمال شيوعا مثل حمل النجمة و الدلتا حيث اتضح التالى:-

اولا بالنسبة لتوصيل الحمل نجمة:

١. جهد الوجه يختلف عن جهد الخطوط
٢. تساوى قيمة تيار الوجه مع تيار الخطوط
٣. التوافقيات التولدة فى كلا من التيار والحمل هى توافقيات احادية
٤. يمكن ملاحظة اختفاء التوافقية الثالثة ومضعفاتها
٥. بلغ مقدار التشوه فى كلا من الجهد والتيار فى حدود ٣١% وذلك نظرا لاستخدام حمل مادى الا وهو مقاومة مادية
٦. اتضح عمل المفاتيح الالكترونية فى كل وجه بالتزامن بمقدار ١٨٠ درجة لكل مفتاح الكترونى
٧. اتضح تغير حالة التشغيل للمفاتيح الالكترونية كل ٦٠ درجة

ثانيا بالنسبة لتوصيل الحمل دلتا:

١. جهد الوجه لا يختلف عن جهد الخطوط
٢. اختلاف قيمة تيار الوجه عن تيار الخط وهو ما يؤكد طبيعة ان الحمل دلتا
٣. ظهور التوافقيات فى كلا من الجهود والتيارات الاحادية فقط واختفاء التوافقيات الزوجية
٤. اختفاء التوافقية الثالثة ومضعفاتها فى كلا من الجهود والتيارات
٥. من قياس مقدار التشوه فى كلا من الجهد والتيار اتضح تساوى نسبة التشوه بسبب استخدام حمل مادى
٦. اتضح عمل المفاتيح الالكترونية فى كل وجه بالتزامن بمقدار ١٨٠ درجة لكل مفتاح
٧. اتضح تغير حالة التشغيل للمفاتيح الالكترونية كل ٦٠ درجة

ثالثا بالنسبة للنتائج المعملية:

١. اتضح تشابه شكل جهد الخطوط للدائرة المنفذة مع نفس شكل جهد الخطوط الناتجة من برنامج المحاكاة
٢. اتضح تشابه شكل جهد الوجه لدائرة العاكس المنفذة عمليا مع نفس شكل جهد الوجه الناتج من برنامج المحاكاة
٣. اتضح تشابه شكل تيار الخطوط لدائرة العاكس المنفذة عمليا مع نفس شكل جهد الخطوط الناتجة من برنامج المحاكاة
٤. اتضح تشابه شكل تيار الوجه لدائرة العاكس المنفذة عمليا مع نفس شكل جهد الوجه الناتجة من برنامج المحاكاة
٥. تم قياس النبضات المولدة لتشغيل المفاتيح الالكترونية ووجدت متشابه مع شكل نفس النبضات المستخدمة فى برنامج المحاكاة

٥-٢ الدراسات المستقبلية:

نوصى باستكمال الدراسة فى نفس الموضوع مع عمل التالى:-

١. استخدام احمال حثية مع العاكس واستنتاج الاختلافات الناتجة فى النتائج نتيجة لذلك
٢. تطوير العاكس ليصبح عاكس جيبى
٣. تطوير العاكس ليصبح عاكس جيبى معدل
٤. التحكم فى المحركات باستخدام ذلك العاكس ودراسة نتائج ذلك

المراجع العربية والاجنبية

اولا المراجع العربية:

١. الكترونات القدرة د/ مظفر ايمن النعمة د/ سنان محمود عطار د/ ضياء على النعمة جامعة الموصل بالعراق عام ١٩٨٤
٢. الالكترونات الاستطاعية والمتحكمات ترجمة واعداد م/ عمار الكردى واخرين شعاع للنشر والتوزيع سورية
٣. الالكترونات وتطبيقاتها ترجمة واعداد م/ محمد عبد العال ٢٠١٢

ثانيا المراجع الاجنبية:

- Power Electronics: circuits, devices and applications, M. H. Rashid, Printice Hall, 1994

- Power Electronics and Motor Control. W. Shepra, L. M. Hulley and D. T. W. Liang Cambridge, 1995

- An Introduction to Power Electronics, B. M. Bird, K.G. King, and D. A. G. Pedder, John Wiley & Sons, 1993