1-1 المقدمة:

أجهزة رسم اشارة القلب من أهم أجهزة التشخيص والمراقبة للمرضى .وذلك لما يقدمة من معلومات غاية الاهمية في تشخيص بعض الامراض في عضلة القلب وكذلك تستخدم أجهزة مراقبة القلب في معامل قسطرة القلب ووحدات العناية المكثفة لمرضى القلب لذا فان دراستة ومحاولة معرفة أسرارة في الاهمية بمكان لمهندسي الاجهزة الطبية.

1-2 أهداف البحث :

1/ تهدف هذة الدراسة الي تعميق المعرفة بجهاز رسم اشارة القلب حتى يسهل التعامل معة في الحياة العلمية المقبلة .

2/ محاولة تصميم نسخة من جهاز راسم القلب للأغرض التعلمية الى الاستخدام السريرى لاحقا انشاء الله وذلك لتوفير المكونات بكلفة مناسبة .

3/ للحصول علي اشارة كهربية من جهاز له نفس مواصفات جهاز رسم القلب .

4/ الاستفادة من تكبير الاشارة في سهولة التشخيص والدقة .

1-3 الكهربية بجسم الانسان

نلاحظ وجود عدة ظواهر طبيعية (فيزيائية)فى الماضى اساسها الكهربية والمغنطيسية بجسم الانسان مما شد اهتمام الباحثين بهذا الامر.في واقع الامر يوجد وجهان لتطبيق الكهربية والمغنطيسية في المجال الطبي التأثر الكهربائى والمغنطيسي المتولد داخل الجسم وتطبيقها علي سطح هذا الجسم في نفس الوقت برزت عدة مفاهيم لتوضيح النشاط الكهربائى بالجسم البشرى حيث كانت اول الاسهامات بهذا المجال (calvani) لاكتشاف الكهربية يعتبر الرصد القلبي من الوسائل الاولية الحيوية اللازمة لانقاذ حياة المرضي يتم فيها عمل عرض مستمر لتخطيط كهربية القلب علي الشاشة مايعرف بالرصد القلبي والذي يتم بواسطة الكشف المكبر لانظمية القلب (اضطراب في وظيفة القلب) .

المهددة لحياة الانسان يصبح ضروريا في هذة الظروف اتخاذ التدابير اللازمة لمنع حدوث هذا الاضطراب ومراقبتة بشكل مستمر مع العمل علي علاج ظاهرة اللانظمة والمشاكل الاكلينية الاخرى المصاحبة لذلك.

1-4 تشريح ووظائف القلب

1-4-1 تشريح القلب :

هو عضو عضلي مجوف يدفع الدم ضمن جهاز الدوران بما يشبه عمل المضخه مشكلا العضو الرئيسى في جهاز القلب الوعائى او ما يعرف بالجهاز الدورانى .

تشكل العضله القلبيه النسيج الفعال وظيفيا من القلب حيث يؤمن تقلصها انتقال الدم وضخه من القلب الى باقي الاعضاء مما يجعل القلب محطه الضخ الرئيسيه للدم من القلب الي الاعضاء لتزويدها بالاكسجين المحمل في الدم القادم من الرئتين من ثم يقوم القلب بضخ الدم القادم من الاعضاء والمحمل بثاني اكسيد الكربون الى الرئتين لتنقيته وتحميله من جديد بالاكسجين.

وزن القلب يبلغ 0.5 % من وزن جسم الانسان اى انه بحدود 350غرام لشخص يزن 70كغ ويمكن لهذا الوزن ان يزداد بزياده عمله كما عند الرياضيين .

تشكل العضله القلبية النسيج الفعال وظيفيا من القلب حيث يؤمن تقلصها انتقال الدم وضخه من القلب الي باقى الاعضاء مما يجعل القلب محطه الضخ الرئيسيه للدم من القلب الي الاعضاء لتزويدها با الاكسجين المحمل في الدم القادم من الرئتين لتنقيته وتحميله من جديد بالاكسجين ولاينحصر نقل الدم الاكسجين فقط وانما يحمل ايضا مواد غذائيه و مواد واقيه للجسم ويعمل القلب علي توصيلها جميعا الي كل خليه من خلايا

الجسم لكي تقوم بوظيفتها كما ينقل السوائل القادمه من البول لتنقيتها في الكلي تمهيدا لاخراجها من الجسم بواسطة المثانه.

1-4-2 كيف يؤدي القلب وظائفه ؟

يؤدي القلب وظيفته بانقباض عضلاته وارتخائها فعندما تنقبض العضله تقصر ويزداد توترها فاذا ما ارتخت عادت العضلات الي حالتها الطبيعيه فيزداد طولها وتصبح لينه.

ولاتنقبض عضلات القلب في اتجاه واحد بل ينقبض جانب منها ثم يتلوه جانب اخر ولاشك ان انقباض جدران غرفات القلب يقلل من الحجم الداخلى لهذه الحجرات مما يؤدى الى دفع ما قد تحتويه الغرفات من دماء الى الخارج . وتسمى الاوعيه الدمويه التي تنقل الدم الي القلب "الاورده" ويتجمع الدم الوارد من الراس والاطراف والاحشاء في وريدين كبيرين يصبان في الغرفه العليه اليمنى للقلب اي الاذين الايمن ولقد اتم هذا الدم عمله من تقديم الاكسجين والغذا الى الخلايا وفي رجوعه الي القلب حمل معه ثاني اكسيد الكربون الذي لا تحتاج اليه الخلايا. وتسمي الاوعيه التي تحمل الدم بعيدا عن القلب بالشرايين ويسمى هذا الوعاء بالشريان الرئوى وله فرعان :- واحد لكل رئه وفي الرئتين يتخلص الدم الوريدى من ثاني اكسيد الكربون وياخذ كميه جديده من الاكسجين وتسمى هذه العمليه بتبادل الغازات .

1-4-3 القناه الشريانيه المفتوحة:

يصيب المواليد حيث تظهر القناه الشريانيه التي تربط بين الشريان الرئوي والشريان الابهر مفتوحه ولا تغلق تلقائيا بعد الولاده مباشره وتظهر علامات بقاء القناه الشريانية مفتوحه بسرعه في التنفس وقصور في النمو ونقصان في الوزن وقد تؤدي الي امراض قلبيه اخرى في حالة عدم اغلاق القناه الشريانيه المفتوحه .

1-4-4 العلامات والاعراض:

1. سرعة في التنفس
2. سرعه في نبضات القلب
3. ازدياد حركة المنطقة امام القلب
4. ضيق في التنفس وانقطاع للتنفس
5. نسبة اوكسجين في الدم غير ثابته
6. النبض المزدوج
7. ضغوط نبضية واسعه
8. زرقه في الشفتين و اطراف اليدين والقدمين .

1-4-5 الذبحه الصدريه:

خناق الصدر ناتج عن افقار (نقص في الامداد الدموى وبلا جرى الاكسجين الوارد)في عضلة القلب عادة نتيجة تشنج في الشراين التاجية (الاوعيه المغذيه لعضلة القلب).السبب الاساسي الداء الاكليكي وينتج تصلب عصبي في الشرايين القلبيه

4.1-6 اعتلالات العضله القلبية

هي مجموعه من الامراض تصيب العضله القلبيه تنقص فيها قدرة العضله القلبية علي التقلص او تنقص قدرتها علي استيعاب

الدم اثناء الطور الانبساطى .

4.1-7 الشرايين والاورده :

الشرايين هي الاوعية الدمويه التي تنقل الدم من القلب الي اعضاء اخرى تنقل الى الرئتين دم محمل بثانى اكسيد الكربون عبر الشريان الرئوى لتنقيتة اما الابهر فينقل الدم المؤكسد الى الاعضاء التى تحتاج الاكسجين لاتمام عمليات استقلابها .

الاورده هى الاوعية التي تعيد الدم من الاعضاء الى القلب يكون الدم في الاورده الرئويه مؤكسجا لانه يعود من الرئتين الى القلب في حين يكون الدم محملا بثانى اكسيد الكربون في الاورده العادية عندما يعود الدم من الاعضاء الى القلب

1-5 التشويش علي الاجهزة

ان النقطة التى تبدأ عندها المشاكل التى تؤثر على عمل الجهاز بصورة

صحيحة هي مشكلة التشويش من المصادر المختلفة مثل الموجات الكهرومغناطيسية والمشعة في محطات الارسال والمحركات الكهربائية والاجهزة الالكترونية التي تولد ذبذبة عالية وأبراج الضغط العالي والمصادر الطبيعية كالبرق و الرعد .

وتوثر مصار التشوش علي اجهزة التخطيط الكهربائي بعدة طرق منها:

1-5-1 عن طريق التوصيل المباشر :

ويتم ذلك عن طريق خطوط التوصيل المباشر المشتركة بين الدوائر الكهربائية كما في عملية توزيع القوة الكهربائية ومنظومات الارضى لتفادي هذة المشكلة :

. نجعل ممانعة شبكة توزيع الارضي او مقاومتها اقل مايمكن .

. نفصل نقاط التوزيع الكهربائي او منظومات الارضي الخاصة بالاجهزة الطبية عن نقاط الاجهزة الاخرى ومنظوماتها .

1-5-2 عن طريق التوصيل غير المباشر :

وهي وجود مصادر للطاقة الكهرومغناطيسية ويكون تاثيرها بحسب المسافة فاذا كانت المسافة قصيرة كان التأثير بالحث واذاكانت طويلة كان التأثير بموجات الاشعاع وللتقليل وللحد منها نتبع مايأتي:

. زيادة المسافة بين مصادر الطاقة والجهازالطبي الحساس فمثلا لانضع قابلوات الطاقة المغذية للماطور قريبا من جهاز تخطيط كهربائي أو من قابلو المريض.

. استعمال أسلاك محمية تحتوى علي مشبك التنجستون للأجهزة الالكترونية الحساسة .

. تجنب استخدام الذبذبة قدر الامكان .

1-5-3 التشويش من مصادر الانارة :

ويكون هذا التشويش عن طريق أنابيب الفلورسنت التي تستخدم في بداية التشغيل الذي يقوم بتوليد موجة كهرومغناطيسية في كل محاولة تشغيل لذا لايحبذ استخدامها قريبا من الاجهزة الطبية ويحبذ استخدام مصابيح التنجستون.

ومصدر الصواعق الرعدية والبرق ويمكن التخلص منة عن طريق استخدام مانعات صواع مربوطة بنظام الارضي.

1-6 الاشارة الكهربية للقلب Heart Electrical

1-6-1 تعريف:

الاشارة الكهربية هى تسجيل زمنى للنشاط الحيوى للقلب من الجدير بالذكر ان الاشارة الحيوية المفيدة ليست هدفا سهل المنال اذ يتطلب الحصول عليها المرور بمجموعة من المراحل تبدا بعملية الاقتباس و التحسس Acquision والتي تتم باستخدام اساليب تقنية (حساسية مبدلات) تختلف باختلاف نوع الاشارة ومن ثم تمر الاشارة بمجموعة من المراحل التحليلية Analysis وهى :التخطيط Amplification التشريح filteingالتبديل الرقمي Digitization المعالجة

processing واخيرا التخزين Stoage وهي عمليات تقليدية تتم باساليب تقنية أيضا تبدا الدوائر الالكترونية البسيطة (كالجسور)وتنتهي بأكثر التقنيات تعقيدا (الحواسيب) وقد تستخدم المزيد من التقنيات بهدف الحصول على المزيد من المعلومات المفيدة من الاشارات المقتبسة كتقنيات الذكاء الاصطناعى والمعالجة الرقمية المتقدمة والتحليل الموجى المتقدم .يمكننا الان ومن هذا العرض الاجابة على السؤال :لماذا ندرس الاشارة الكهربية الحيوية للقلب؟وان لم نتمكن من الاجابة لتعقيد النص فيمكننا القول :الاشارة الكهربية الحيوية للقلب هى مستودع فعلى الطبيب الاستفادة منها لفهم الاسرار الفسيولجية اما بهدف بحثي دراسي اوبهدف علاجي.

1-6-2 التمثيل الكهربي وتحليل الاشارة للقلب:

الرسم الكهربي للقلب هو طريقة لعرض وتسجيل النشاط الكهربي للقلب الذي ينتج أثناء انقباض الازينانatriaوالبطينان Ventricles

يقوم تخطيط كهربية القلب في الواقع "خارطة اسقاطة projection map لمتجة ثناى القطبية (اى خارطة النشاط الكهربية للقلب)الدورة الدموية.

1-6-3 وصف الوقائع الكهربية الرئسية لدورة القلب السوي كالاتى:

1- الاستقطاب الاذيني : يؤدي لانتاج الموجة(pwave)
2- اعادة الاستقطاب الاذيني :قلما يظهر بالتخطيط .
3- ازالة الاستقطاب البطيني:ينتج عن المركب Qrs complex

4- اعادة الاستقطاب البطيني :ينتج عن الموجة (Twave).

1-7 جهاز رسم القلب ECG

1- 7-1 خلفيه تارخيه عن جهاز رسم القلب :

لقد تساءل الانسان منذ القدم عن طبيعة الوظيفه الحيويه للجهاز القلبي الوعائى عموما وعن القلب بالخصوص تشريحه وكيفية عمله ولقد حاول عدد من العلماء في تفسير الظواهر الكهربية الحيويه لقلب الانسان وتصميم اجهزة كهربيه واالكترونية لتشخيص الجهاز القلبي الوعائى .

لقد حدثت تطورات كثيره لجهاز رسم القلب وحتى يومنا هذا اول من اكتشف النشاط الكهربى لقلب الانسان هو العالم Aۣۣۣۣugustus waller وهو اول من سجل النشاط الكهربي لقلب الانسان عام 1887بواسطة Capillary Electrometer وهو اول من اعطى تسمية الرسم الكهربى Electro gram ولاحقا اسماه رسم القلب Cardiogram.

وفي عام 1900 بدأ العالم الانجليزى willem inthoven في تطوير جهاز الجلفانوميتر الذي صممه Ugustus.

وفي عام 1903 صمم Einthoven جهاز Galvanometer حبلى string Galvanometer .

1-7-2 اجيال جهاز رسم اشارة القلب :

لقد تعددت وسائل اقتباس اشارة القلب وتطورت بشكل كبير . فقد كانت بشكل عام تعتمد علي مقاييس غلفانية عادية في البدايات ولكنها لم تؤمن الغرض المطلوب الي ان تم ظهور الترانزستورات ومكبرات العمليات حيث اصبح بالامكان تضخيم هذه الاشارات وترشيحها (ازاله الاشارات غير المرغوب بها)وتسجيلها علي اوراق وحتى رسمها على شاشات رواسم الاشاره .

ومع ظهور الحاسوب تطورت الية الاظهار والتخذين والمعالجة حيث اصبح بالامكان مقارنة عدة اشارات ومعرفه الخلل الوظيفي بشكل ادق .

واخر ماتوصل الية العلم اقتباس اشارة القلب بواسطة اجهزة محمولة صغيرة يضعها المريض في جيبة وهى علي اتصال مباشر معه حيث تقوم بتخزين المعلومات اول باول واظهارها ومن ثم نقلها الى الحاسب ان اراد .

اضف الى ذلك جهاز تخطيط القلب الداخلي وهو جهازيزرع على القلب مع جهاز ناظم خطى القلب يقوم بمراقبة القلب عن كثب وهذا يؤمن دقة عالية في الاقتباس ومعرفة اي تغيرات واختلافات حاصله حيث تقوم الوحده المزروعه بتخزين كل هذه المعلومات ويتم استقبال الصادرة عنها لاسلكيا .بالاضافه الى امكانية وصلة مع اجهزه اخرى كجهاز مزيل الرجفان البطينى وجهاز مقياس الجهد .

1-7-3 مكونات جهاز رسم القلب الاساسيه :

جهاز رسم القلب يتكون من اربعه مراحل اساسية كمايلى :

1. المرحلة الاولى هي (الحساس Sensor)ويسمى القطب (Electrode) وهو يقوم بتحويل الاشارة الكهربية الحيويه للقلب الي جهد كهربي يمتد من (1mv:5mv) .

2. المرحله الثانيه هي مرحلة التكبير عباره عن مكبر الاجهزه (Snstrumentation amplifier)الذى لديه كسب عالي ونسبة رفض عاليه (common Sejection(mode وكذلك لة دقه عاليه .

3. نستعمل قطعه ضوئية وذلك لعزل الدخل من بقية الدوائر لاغراض الحماية والجودة للاشارة الناتجة .

4. بعد العازل الضوئي هنالك مرشح من 04. 0هيرتز الى 150هيرتز.هو طبق بوضع مرشحى المستوى المنخفض ومرشح العالى

5. المرحلة الاخيرة تمثل خرج الجهاز والذى يمكن قراءتة بعدة طرق منها

. جهاز راسم الاشارة
. قلم متحرك مع الورق الحرارى اوالطابعه الحرارية
. شاشة LCD وفي هذا النوع من العرض يتطلب وجود نظام متحكمة دقيقة Microcntroller
. يمكن استخدام جهاز حاسوب كما بالمشروع قيد الدراسة

1-8 اشارة رسم القلب وكيفية الحصول عليها

يـتم تحويـل التيـار الكهربـائى فـي تخطـيط القلـب الكهربـى بواسـطة الاقطـاب الكهربائيه الي جهد كهربي وذلك عن طريق قطب سطحي يمكن ان يكون مصنوع من Agclاو مادة اخري .

لاجراء عملية تخطيط القلب يتم ربط قطبين علي جهة الصدربالتتالي وان يكون بقيـة الجسـم مربـوط علـى الارضـى الخـاص بالـدائرة. اذا لـم يـتم توصـيل الجسـم علـى الارضى فانة لايمكن الحصول على الاشارة المطلوبة .

هنالـك اهيـة خاصـة لنسبة رفـض الـنمط المشـترك Cmrr وذلـك لان الاشـارة المكتشفة بواسطة القلب صغيرة وربما تتاثر بالاشارات الاكبر منها والناتجة من مكونات اخري للدائرة لها نمط مشترك تم توصيل 741a الي نقطة مرجعية (عقدة6) من 624 لضبط جهد الخرج دائما عند قيمة 3فولت .

تم وضـع الـ2506ps nec او الربط الضوئ ليقوم بعملية العزل المطلوبة ثم تمريـر الاشـارة الـي المرشـحات لتقـوم باسـتخلاص اشـارة القلـب فقـط والتـى تتـراوح بـين 0.04 الـي 150hz بحيـث ان قـيم مكونـات المرشـحات مضـبوطة لتمريـر هـذا المـدى فقط.

1-9 كيفيةحساب سرعة ضربات القلب

يمكن ايجاد سرعة ضربات القلب من قراءة تخطيط القلب بوسطة حساب عدد

المربعات الصغيرة المحصورة بين موجتين متتاليين .ثم اتباع المعادلة التالية :

. سرعة ضربات القلب يساوي 1500/ عددالمربعات الصغيرة المحصورة بين الموجتين المتتاليتين او باستعمال المعادلة التالية :

. سرعة ضربات القلب / 1500 يساوى عدد المربعات الكبيرة المحصورة بين موجتين متتاليتين .

1-9-1التداخلات واسبابها :

. التداخلات التنفسية :

وترجع الي حركة صدر المريض اثناء التنفس والتخلص اطلب من المريض قطع التنفس لعدة ثواني في كل مرة يجري فيها التخطيط.

. التداخلات الجسمية :

وترجع الي تاثير العضلات القلبية ولكي نتخلص من هذا النوع من التداخلات يجب ان يكون المريض في وضع استرخاء تام .

. التداخلات الكهربائية :

ترجع التداخلات الكهربائية لعدة أسباب :

. تاكد من وجود سلك ارضى متصل بالجهاز لكي يقوم بتفريغ الشحنات الزائدة في الجاز .

. تاكد من وجود سلك ارضي متصل بالجهاز لكى يقوم بتفريق الشحنات الزائدة في

الجهاز.

. تاكـد مـن ان مجموعـة الاسـلاك للمـريض مثبتـة بشـكل صـحيح وفـي موقعـات بالجهاز .تاكد من وجود مادة الجلاتين تحت المسارات الكهربائية.

1-9-2 المكونات الاضافية لجهاز تخطيط القلب :

بالاضافة للدوائر الاساسية التى تمثل الوحدة الاساسية لاجهزة تخطيط القلب فان هنالك اجزاء اخرى متشابة في معظم اجهزة رسم القلب لغرض التحكم والاستخدام وهي عبارة عن لوحة المفاتيح keyboard وادوات العرض ووظائفها الاساسية هي اجزاء بعض العمليات التي تؤثر في عرض وتقييم الاشارة . فيمايلي عرض لبعض العمليات :

1 المعايرة

ان هذا الجزء يعمل بشكل فعال علي ضبط الجهاز ومعايرة بشكل سليم قبل البدء بعملية تخطيط القلب اذا يصنع موجة مربعة 1mv تبين إن الجهاز في حالة جيدة.

2-نقطة الحساسية

إن هذا الجزء مهم جدا في الحفاظ علي حساسية الجهاز اذا انة في حالتة الطبيعية يصدر 1mv وباستعمال نقطة الحساسية يمكن تكبير الموجة او تصغيرها بحسب حالة المريض

3- المؤشر الحراري

إن المؤشر الحراري في جهاز ECG يقوم برسم الموجة علي الورق وهو بدقة عبارة عن مقاومة حرارية يمر في داخلها تيار محدود يرفع درجة حرارة الرسم ليقوم بعملية الرسم المطلوبة

4- تحديد السرعة

إن جهاز تخطيط القلب يحتوي علي سرعتين (25-50)ملم/ث تستخدم كل سرعة بحسب الحالة الموجودة يحددها الطبيب رجوعا إلي القلب فإذا كان المريض كبير السن يكون نبضة ضعيفا بعض الشي لذلك نستخدم السرعة البطئة (25)ملم/ث . وإذا كان صغيرالسن نبضه سريعا فتستخدم السرعة العالية حتي نحصل علي مواكبة التخطيط لحالة المريض .

5- الشاشة

وذلك عند استغناء الطبيب عن الورق اوعدم الحاجة الية للحصول علي قراءة مستمرة للقلب .

6-الفاصم

من دوائر الحماية في الجهاز اذيستخدم دائرة حماية من التيارات والفولتيات العالية وهوبحق وسيلة ناجحه في كل الاجهزة.

7-المرشح

وينحصر عملة في ترشيح الموجه من التاثيرات الخارجيه التي يمكن ان تؤثر علي التخطيط القلبي لان التاثيرات الجانبيه مثل النيونات والاجهزه الاخري في نفس غرفة الفحص لها دور كبير فى الحصول علي تخطيط خاطئ

8 - الارضى

يستخدم كالعادة لتسريب الشحنات الزائده والحمايه من الصعقات الكهربائيه

9- الاقطاب

يتالف الجهاز من عدة اقطاب توضع فى اماكن محددة فى الجسم

1-10 المراحل الاساسية لعملية التخطيط

1-10-1مرحلة تكبيرالإشارة :

إن عملية تكبير الإشارة تبداء بعد إلتقاط الإشارة من قبل المريض الذي يقوم بعملية التوصيل بين الاطراف والمصدر . اما في المرحلة الثانية فإن الإشارة سوف

تدخل إلي المكبر (متعادل او مكبر الغزل) وعن طريق الاقطاب (la، ra ،ll) الممثلة بالمثلث ونقاط الصدر تجمع الاشارة الخارجية من مكبر الاطراف الثلاثة لتقارن مع فولتية الارضي وتكون عادة الساق اليمني وتسمي فولتية جهد المريض للتخلص من التشويش علي موجة التخطيط .

وإن هذه المقاومات التي في طريق الإشارة الداخلة تكون لغرض إتزان المكبر وتتمثل في قنطرة وتستون ولا بد لنا من التعرف علي الاقطاب وعلي مدلولات الموجة القلبية الطبيعية التي تظهر في التخطيط وهي كالاتي :

القطب الاول iالذي يقيس بين(ra،la)

القطب الثاني iiالذي يقيس الجهد بين (ll،ra)

القطب iiiالذي يقيس الجهد بين (ll،la)

avr)=(i+ll)/2

avl=(i-iii)/2

avf=(ii+iii)/2

1-10-2 مرحلة تنظيم سرعة المحرك

إن المحركات في اجهزة التخطيط القلبي ترتبط عادة بمقاومات و ترانزسترات علي التولى بهدف التغذيه العكسية فعندما يزيد الحمل علي اوينقص قد يتسبب في زيادة الفولتية او نقصانهاوبهذة الطريقة نحافظ علي سرعة المحرك خلال فترة التشغيل.

1-10-3 مرحلة تنظيم الوقت:

ان هذة المرحلة مهمة جدا في عمل الجهاز ويتلخص مبدا عملها في ان المحرك لايعمل مباشرة في بداية تشغيل الجهاز ويتاخرزمنامقدارة [2.2ثانية] لاتاحة الفرصة للراسم للوصول الي درجة الحرارة المطلوبة وبعد استقرار سرعة المحرك وحرارة الراسم يبدا المحرك بالعمل.

1-10-4 مرحلة تجهيز القدرة

إن عمل المرحلة ينحصر بتحويل الفولتية التي تصل الي الجهاز من [220vالي 12v)

عن طريق محول وقنطرة او عن طريق البطارية التى تكون عادة قابلة للشحن.

1-10-5 مرحلة تنظيم الفولتية:

ان دائرة تنظيم الفولتية تقوم بتوليد الذبذبة بقيمة (khz40) الترانزستورات الموجودة والمحولة التى توزع الفولتية الي الراسم بقيمة (7v) أو أكثر بحسب نوعية الجهاز وعلى باقي الاجزاء الكهربائة .