بسم الله الرحمن الرحيم

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

هيئة التعليم التقني

كلية الشيخ عبد الله البدري التقنية

قسم الهندسة الكهربائية

تخصص الأجهزة الطبية

بحث لنيل درجة الدبلوم

بعـــنـــوان:

تكبير الإشارة الحيوية

إعداد الطلاب :

صهيب طه بلال

علاء الدين محمد

أميرة احمد

صفاء الفضل محمد

رحاب محمد عبد الرحيم

إشراف الأستاذ:

عز الدين العبيد فضل السيد

الآيــة

بسم الله الرحمن الرحيم

قال تعالي: (ربي إشرح لي صدري ويسر لي
أمري وأحلل عقدة من لساني يفقه قولي)

الشكر والتقدير

الحمدُ للهِ ثمّ الحمدُ للهِ ، الحمدُ لله الذي خلقَ القلمَ وذكرَه ،، وعلّم الإنسانَ وكرمّه وبالعقلِ جمّله وفضّله ،،الحمدُ لله خالقُ الكونَ ،، مقدرُ القدرَ ،، ميسرُ الأمرَ جَعلَ للنّاسِ في القرءانِ بيّناتٍ من الهدَى (وَما كنّا معذبينَ حتّى نبعثَ رَسولا).

وأُصَلّي وأسلّمُ على المبعوثَ رحمةً للعالمين النّبي الأغرّ الأمِين الهادِي البشير والسراج المنير - محمد صلى الله عليه وعلى اله وصحبه وسلم الذي علّمنا أن لا علمَ بِلا عمَل ولا عمَل بلا صبر ولا صبر بِلا إخلاص ولا إخلاصَ بلا نيةٍ صادقةٍ .

عَلى نَغماتِ طَيف الأَملِ المدجَّج بأناشيدِ الصّبَاحِ ودِفئِ الحلُمِ نخلع ما تَبقّى منْ وهمِ الحصار ، ونمزّقُ آخرَ خيْطٍ منْ خيوطِ اليأسِ المُلتَويةِ على أَعنَاقِ الحمَام، نسدلُ أعيننا على همساتِ زَهرةِ لوْزٍ وغصْن زيْتونٍ يُداعبُ قطَراتِ المطرِ ويُحيكُ أُنْشودةً بخيوطٍ من قلبِ شمسٍ لنْ تَغربْ، وينثُرُ عبيراً في وَجْهِ السّماء لتنعمَ بِعبقٍ وشَذى كما لمْ تُجِد بِه الأحلامُ.

هَا نحن اليوم نقف على باب المراد نودع رحلة ونركب أخرى نفتتح عالما لطالما رسمناه بمداد من براءة الأطفال جنود . . وحكمة الرجال . هَا نحن اليوم نَمتَطِي ظَهرَ فرسٍ ، نعبر عالمنا لنبوح بسر كطيف المطر أو أقرب أقسمَوا أَن يَفتحَوا حُدودَ دَولة الأفقِ بمدادٍ مِن نَقاءِ الرّوْح ، يُغرّدُوا أُنشودةَ الأملِ إذْ داعبتْ أنفاسهم حياةَ البشرِ، وما زَالوا يمضو.

يَا كلّكم ، يَا أَصْدِقاء يا أقرِباء يا أطفالَ حارتِنا العتِيقة يا مشَايخنا يا ملح معْمورتِنا، يا أيّها الرّاسِخون في العلمِ والحلمِ والأَدبِ يا أرواحَ النبلاءِ ويا زهراتِ حديقتِنا ويا طيورَ الشرقِ المهاجرةِ ، يا كلّ الكونِ وأكثَر.

الإباء الكرام ، الأمهات الفضليات لا أخفيكم تتلجلج الألفاظ في المقام هنا وتضطرب ويخون القلم صاحبه صمتا ويتركه ، وحدها ، تبقي الروح هنا من تبوح.

والى كل من وقف بجانبنا لإنشاء هذا البحث وأخص بهذا:

الاستاذ المهندس: عز الدين العبيد فضل السيد

الاخ المهندس: عثمان بكري احمد

الاخت الغالية: هبه سيد احمد

الموضوع	الصفحة
الاية	أ
الاهداء	ب
الشكر والعرفان	ج
المقدمة	د
الـــــــــــبـــــاب الأول	
الفصل الاول : تشريح القلب	1 ــ 12
الفصل الثاني ـ تشريح الدماغ	13 ــ 21
الفصل الثالث ـ تشريح العضلات	22 ــ 29
الـــــــبـــاب الـــثـــانـــي	
نظرية الالكترودات	30 ــ 41
انظمة التوصيل في اجهزة تسجيل الفعالية الكربائية القلبية	41 ــ 44
الـــــبـــــاب الـــثـــالـــث	
مكبرات العمليات	45 ــ 55
الـــــبـــــاب الـــــــرابـــع	
طريقة عمل الدائرة	56
الوصف العام للدائرة	56 ــ 65
الخلاصة	66
التوصيات	67
المراجع	68

بسم الله الرحمن الرحيم

تكبير الاشارة الحيوية
Amplification Of Bio Signal

مقدمة:-

الاشارة الحيوية المتكونة في جسم الانسان تعتبر ذات اهمية قصوى في تشخيص بعض الامراض التي تصيب الاجزاء التي تتكون فيها هذه الاشارة او التي تصيب جسم الانسان بصورة عامة.

من اهم الاشارات الحيوية في جسم الانسان مايلي:

1- اشارة القلب (Electro Cardio Signal).
2- اشارة الدماغ (Encephala Signal).
3- اشارة العضلات (Electro Mayo Signal).

ولاهمية هذه الاشارات فان اي خلل في القلب او الدماغ او العضلات فانه يؤثر في هذه الاشارة فنجد ان هذا التاثير يكون في شكل الاشارة وحجمها وترددها وغير ذلك من التاثيرات التي تساعد الطبيب (physion)علي تحديد نوعية المرض المعين،وتسمي هذه المرحلة بتشخيص المرض(Diagnostic Of Disease) ويعتبر التشخيص من اهم استخدامات الاجهزة الطبية.

نجد ان الاشارات التي تم ذكرها سابقا عبارة عن اشارات صغيرة جدا اي لايمكن عرضها شاشة او قراءتها بصورة واضحة لذا دعت الضرورة الى تكبير هذه الاشارات حتى يتم عرضها على وحدات الاخراج (Out put Unit).

يحتوي هذا المشروع على ثلاثة دوائر الكترونية تستخدم لتكبير هذه الاشارات (ECG – EEG - -EMG)وقد تمت الاستفادة من بعض مراحل التكبير لتعمل على تكبير الاشارات الثلاث .

في هذا المشروع بحثنا عن كيفية تكوين اشارة القلب (ECG) واشارة الدماغ (EEG) واشارة العضلات (EMG).

فنجد مثلا ان اي خلل في اداء الاذينين او البطينين في جسم الانسان يؤثر تاثيرا واضحا على اشارة القلب(ECG) مما يدل على وجود خلل وظيفي في القلب (Heart).

كذلك فان الجلطات الدماغية وحالات الغيبوبة وعدم الوعي يتم تحديدها بقراءة اشارات المخ والاعصاب (EEG)، وكذلك حركة العضلات يتم قراءتها وتشخيصها بواسطة قراءة الاشارة المتكونه من حركة العضلات (EMG).

الباب الأول

1/الفصل الأول-تشريح القلب

2/الفصل الثاني-تشريح الدماغ

3/الفصل الثالث-تشريح العضلات

الباب الأول

الـــفـــصـــل الأول

تشريح القلب

يعمل قلب الإنسان وبقية الفقاريات [عدا الاسماك]بمثابة مضخة مزدوجة Dual pump الجزء الأيسر يستلم الدم المؤكسد من الرئتين ويضخه خلال الشرايين إلى أنحاء الجسم المختلفة الجزء الأيمن يستلم الدم المثقل بثاني أكسيد الكربون من الجسم ويضخه إلى الرئتين لكي يتخلص من هذا الغاز ويتزود بكمية من الاكسجين.

لقلب الانسان كما في بقية الفقاريات قابلية على النبض الذاتي لذلك تسمى قلوب عضلية المنشأ لأن قابليتها على التقلص تكمن في عضلاتها .

تدعى عضلة القلبMyocardium وتتكون من خلايا عضلية لها المقدرة على إستقبال الإشارات الكهربائية والتأثر بها وعندما توجد إشارة كهربائية على الخلية العضلية فإن الخلية تنقبض ثم تنقل الإشارة إلى الخلية العضلية المجاورة بشكل سريع وهكذا مع باقي الخلايا.يتألف قلب الانسان من أربعة تجاويف هي:

الأذينانAtria ، ومفردهاAtrium وهما أذين أيمن وأذين أيسر.

البطينان Ventriclesهما أيضا بطين أيمن وبطين أيسر.

يقوم الأذينان بالتقلص والإنبساط سوية كما يقوم البطينان بالتقلص والإنبساط في وقت واحد ولكن بالتعاقب مع الأذينان . فلابد أن يعمل القلب بصورة طبيعية كمضخة تنبسط وتنقبض تجاويفه الأربع بإنتظام تام لأن أي إرباك في عملها يعرقل الدورة الدموية وينتج عنها مضاعفات صحية خطيرة .

الجهاز الناقل لكهربائية القلب (Electro conduction system of the heart):-

يتكون الجهاز الناقل لكهربائية القلب من:

1- العقدة الكيسية الأذينية (Senatorial node)ويرمز لها(SA node) وهي كتلة من الأنسجة تقع في الأذين الأيمن تعتبر هذه العقدة هي منظم الخطى (Pacemaker) في القلب ويطلق عليها أيضا إسم منظم ضربات القلب الداخلي (Internal pacemaker) تتكون العقدة الكيسية الأذينية (SA) من ألياف عضلية متحورة أي لها القابلية علي زوال الإستقطاب في أغشيتها بصورة ذاتية رتيبة .ويدعي زوال الإستقطاب هذا بجهد المنظم(pacemaker potential)

2- العقدة الأذينية البطينية (Atriovenlricular node) ويرمز لها (AV node) وهي كتلة من الأنسجة المتحورة الواقعة في أعلي البطين الأيمن .

3- أحزمة هيس (Bundle of his) وهي حزمة من الألياف العضلية المتحورة تمتد من العقدة (AV) إلي الجدار الفاصل بين البطينين وتتفرع حزمة هيس (Bundle of his)إلي ثلاثة فروع رئيسية هي:

(a) الفرع البطيني الأيمن(Right ventricle branch).

(b) الفرع البطيني الأيسر(Left ventricle branch).

(c)الفرع العلوي(Superior branch).

4- ألياف بيركنجي (perking fibers).

عدد كبير من الألياف ناتجة عن تشعب كل فرع من فروع حزمة هيس وتمتد هذه الألياف في جدار البطينين.

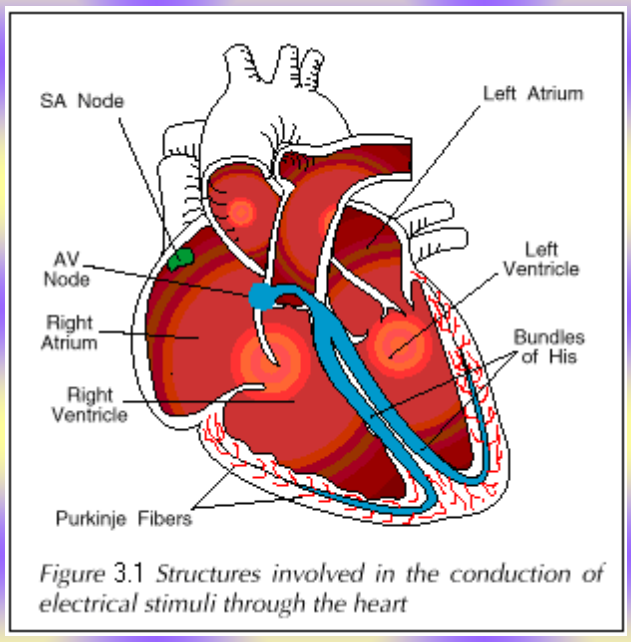


Figure 3.1 Structures involved in the conduction of electrical stimuli through the heart

الشكل(1-1)يوضح مكونات الجهاز الناقل لكهربائية القلب .

منشأ وإنتقال نبضات القلب:-

يبدأ نبض القلب من العقدة الكيسية الأذينية (Sa node) كونها المنظم(pacemaker) لضربات القلب وذلك بتوليدها إشاره القدح (trigger signal) لضربات القلب وذلك بتوليدها إشارة القدح .إنتشار تيار كهربائي عبر الأذينين مما يجعلهما ينقبضان وبإنقباضهما ينتقل الدم عبر الصمامات إلي البطينين.

سرعة إنتقال الجهد الحيوي عبر أنسجة الأذينين (30c/s) بينما تنتقل إشارة القدح من العقدة(As)إلي العقدة (Av) بسرعة (45c/s) وذلك من خلال أنسجة موصلة خاصة تصل بينهما.

لا يمكن للبطين الإنقباض قبل أن يتم إفراغ الأذينين من محتواهما ولكي لا يحصل هذا لابد من تأخير وصول إشارة القدح البطينين.

تصل إشارة القدح إلي عقدة (AV) بسرعة (45c/s) في زمن يترواح (30-50)ملي ثانية ولا يتم إرسال تلك الإشارة من العقدة (AV) إلا بعد مرور زمن يقدر ب(110ms) وبهذا تعمل عقدة (AV)كأداة تأخير لوصول إشارة القدح إلي حزمة هيس(\bundle of his).

تنتقل هذه الإشارة من حزمة هيس إلى خلايا عضلات البطينين عبر ألياف بيركنجي(perking fiber)بسرعة(200-400c/s) ويستغرق زمن وصول هذه الإشارة إلى أبعد نقطة من ألياف بيركنجي (60ms) تعمل هذة الإشارات علي تجهيز خلايا عضلات البطينين للإنقباض وإفراغ محتواهما من الدم .

الجهد الحيوي المتولد من عقدة (Sa) يحفز عضلة القلب(myocardium) مما يجعلهما تنقبض. إنقباض عدد كبير من خلايا عضلة القلب في آن واحد يولد جهد كمية من الجهد الحيوي هذا الجهد الحيوي يولد بدوره كمية من التيار الكهربائي الذي ينتشر من القلب عبر الجسم .

التيار الكهربائي الذي ينتشر من القلب عبر الجسم :-

التيار الكهربائي المنتشر من القلب يكون فرق جهد بين مواضع مختلفة علي الجسم .يمكن قياس وتسجيل هذا الجهد كإشارة زمنية من خلال وضع أقطاب حيوية علي سطح الجلد وهو ما يسمي بالتسجيل القلبي الكهربائي أو إشارة تخطيط القلب\.ECG\Electro cardiogram .

تسجيل إشارة تخطيط القلبُ ECG:-

1-الأقطاب وتوصيلاتها:-

بالإمكان تسجيل موجة التغير الكهربائي في العضلات القلبية وذلك بوضع الأقطاب الحيوية علي سطح الجسم للتسجيل المعياري لإشارة القلب نحتاج إلى عدد من الأقطاب مثبتة علي أماكن مختلفة لجسم المريض حسب التوصيل المطلوب وهي:

1- الزراع الأيمن right arm(RA).

2-الزراع الأيسر Left arm(la).

2- القدم اليمني RL-\right leg\

3- القدم اليسري LL-\left leg\\

4- الصدر (8أقطاب)(C)(Chest).

توصل هذه الأقطاب لمدخل مكبر عمليات فرقي من خلال منتقى التوصيلات (Lead Selector) لتلافي الخطأ في توصيل الأقطاب فقد تم الإتفاق على ألوان تميز الأسلاك التي توصل مع كل قطب من الأقطاب وهي:

RA أبيض

LA أسود

LL أحمر

RL أخضر

V1-V6 بني

<u>توصيلات الأقطاب Leads:-</u>

نحصل علي تخطيط القلب ECG من خلال زوجين مختلفين من الأقطاب يكون لها شكل موجة وإرتفاع مختلفة وذلك حسب طريقة التوصيل leads المختارة .

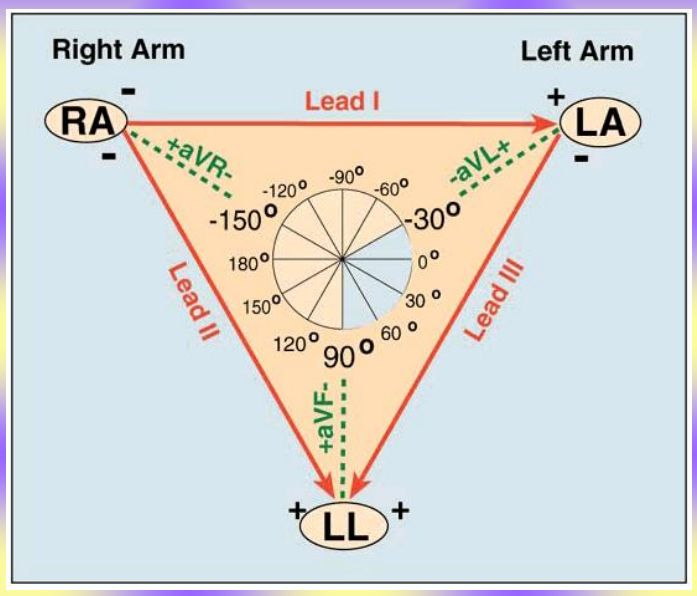
كل طريقة توصيل تنقل إشارة حيوية تحمل معلومات خاصة Unique formation لاتتوفر في غيرها من التوصيلات ومن خلال هذه المعلومات يستطيع الطبيب تشخيص حالة القلب.

تستخدم القدم اليمنى (RL) Right Leg كقطب مشترك في جميع التوصيلات ويعمل منتقى التوصيلات (leads selector)على وصل الاقطاب المناسبة لمدخل مكبرالعمليات الفرقى.

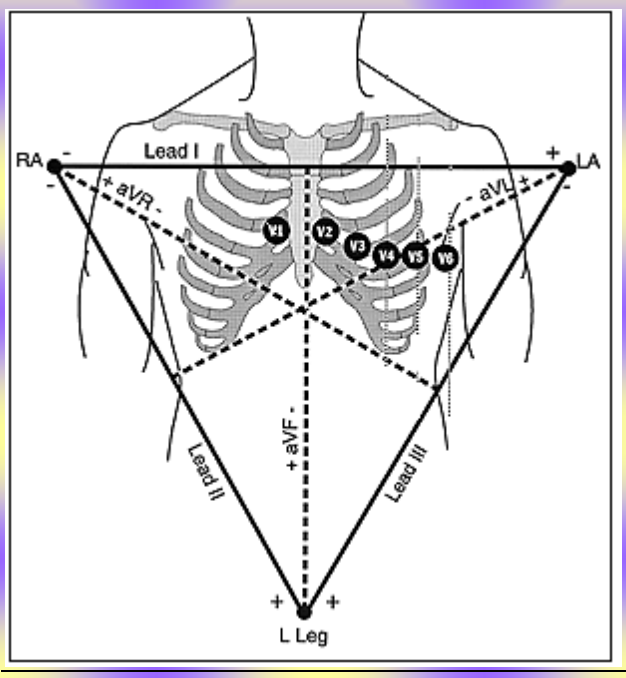
شكل (2-1) يمثل المحور الكهربائي للقلب والتي يتم فحصها بواسطة ستة من التوصلات المعيارية (Standard leads) وهي:(I-II-III-AVF-AVR-AVL) وهنالك ستة توصيلات معيارية أخرى تتوزع على صدر المريض وهي (V1-V2-V3-V4-V5-V6) وتدعي بتوصيلاتV(V-Leads).

توزيع الأقطاب على هذه التوصيلات موضح على الشكل (1-3).

هذه الأنواع تمثل مجموع الأقطاب البالغة 12 قطباً كهربائياً التي من خلالها يتمكن الطبيب من التعرف بشكل دقيق على نشاط القلب والتعرف على الضربات غير المنتظمة في حالة أي مرض يتعرض له القلب.



الشكل(2-1)المحور الكهربائي للقلب والتوصيلات الطرفية:(I-II-III-AVF-AVR-AVL)



الشكل(3-1)المحور الكهربائي للقلب والتوصيلات الصدرية:V1-V2-V3-V4-V5-V6

تقسم توصيلات الأقطاب إلى ثلاثة أنواع هي:-

1- **التوصيلات الطرفية ثنائية القطب Bipolar Limb Lead :**

ويرمز لها (LeadI,LeadII,LeadIII)أنظر الشكل(4-1) وهذا النوع يمثل أشهر المواضع للأقطاب على الجسم ويسمى بمثلث انيثوفن.(Einthoven triangle).

***التوصيل الاول (LeadI):**

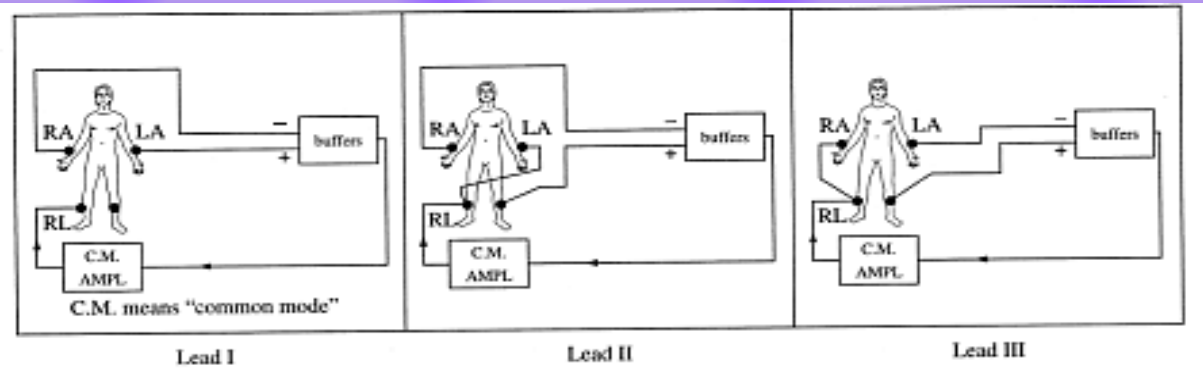
يتم وصل الزراع الأيسر LA إلى الطرف غير العاكس (الموجب) لمدخل المكبر والذراع الأيمن RA توصل بالطرف العاكس(السالب).

***التوصيل الثاني (LeadII):**

يتم توصيل القدم اليسرى LLإلى الطرف غير العاكس لمدخل المكبر بينما توصل الذراع الأيمن RA بالطرف العاكس ويتم قصر (توصيل) LA معRA.

***التوصيل الثالث(LeadIII):**

يتم وصل القدم اليسرىLL إلى الطرف غير العاكس لمدخل المكبر والذراع الأيمن LA توصل بالطرف العاكس ويتم قصر(توصيل) RL معRA.



الشكل(4-1)التوصيلات الطرفية ثنائية القطبLeadI-LeadII-LeadIII

2- التوصيلات الطرفية أحادية القطب(Unipolar limp lead) :

يتميز هذا النوع من التوصيلات بفحصه لمركبة الجهد الحيوي من الثلاثة أطراف في آن واحد .

تجمع الإشارة من طرفين من خلال شبكة مقاومات ويتم وصل المجموع مع المدخل العاكس للمكبر بينما إشارة القطب المتبقي الثالث فتوصل مع المدخل غير العاكس للمكبر أنظر الشكل(5-1).

***التوصيل AVR(Lead AVR) :**

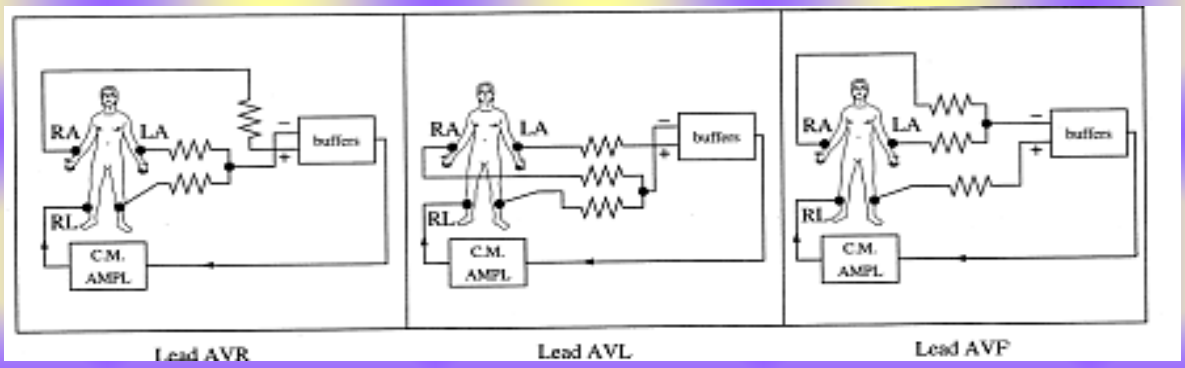
الذراع الأيمن RA توصل مع المدخل الغير عاكس بينما الذراع الأيسرLA والقدم اليسري LL فيجمعان ويوصلان مع المدخل العاكس .

*** التوصيل AVL (Lead AVL):**

الذراع الأيسر LA توصل مع المدخل غير عاكس بينما الذراع الأيمن RA والقدم اليسري LL فيجمعان ويوصلان مع المدخل العاكس .

***التوصيل AVF(Lead AVF):**

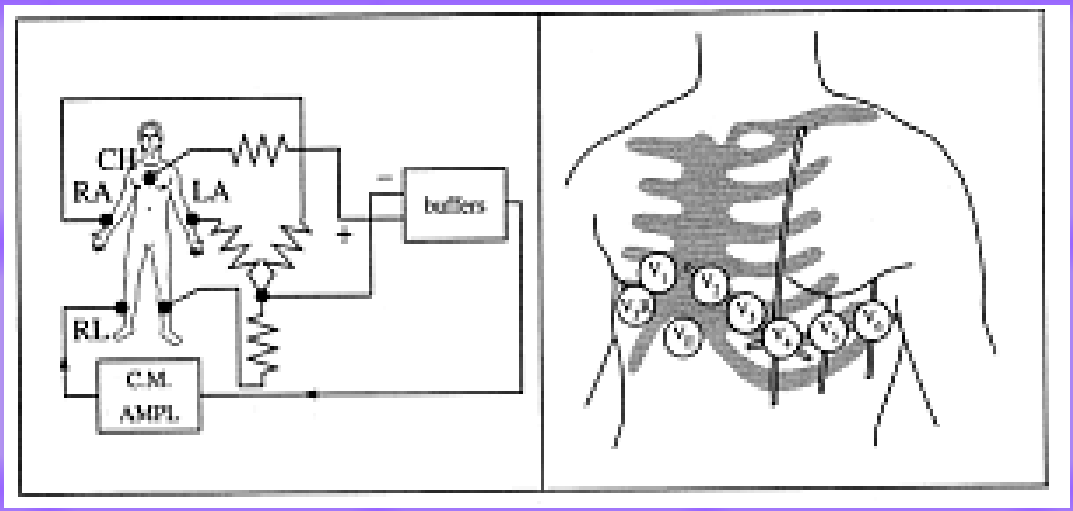
القدم اليسري LL توصل مع المدخل غير العاكس بينما الذراع الأيمن RA والذراع الأيسر LA فيجمعان ويوصلان مع المدخل العاكس .



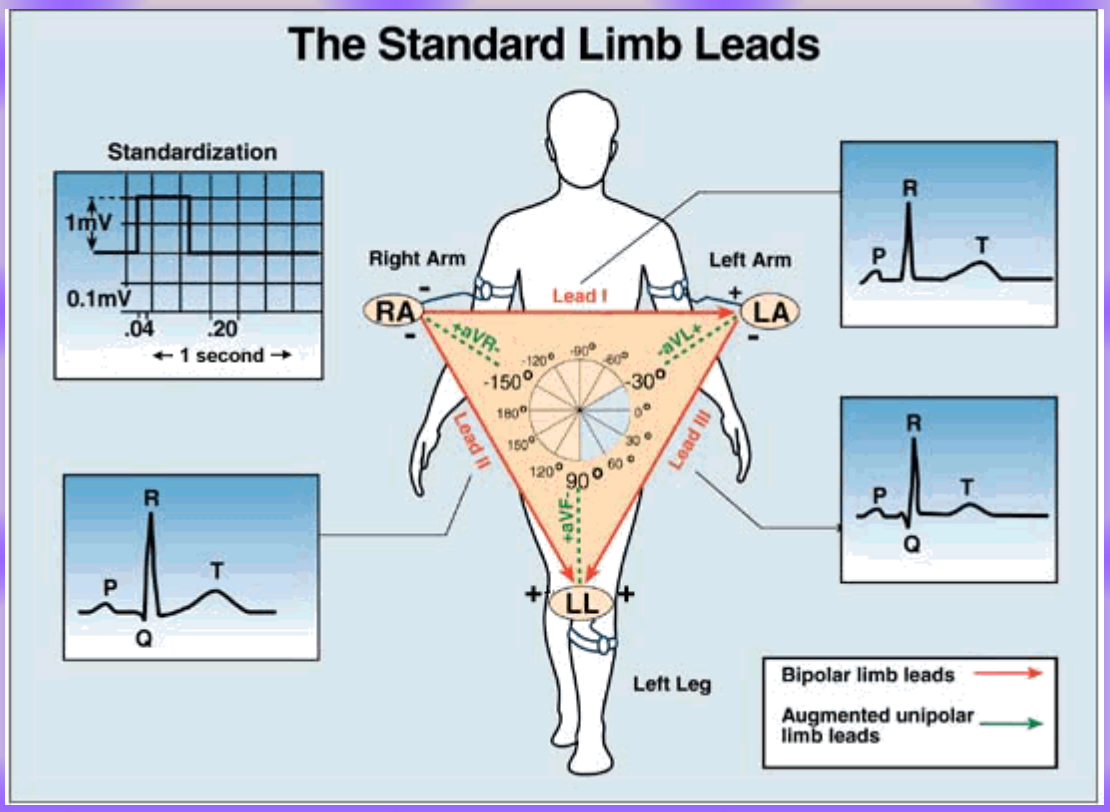
الشكل(5-1)التوصيلات الطرفية أحادية القطب Unipolar Limb Lead

3التوصيلات الصدرية احادية القطب (Unipolar limp lead\:)

هذا النوع الثالث من توصيلات الأقطاب والتي يرمز لها V Leads(V1-V6) وهي عبارة عن ست مواضع موزعة علي الفحص الصدري يوصل إحداهما للمدخل غير العاكس للمكبر بينما تجمع أقطاب الأطراف الثلاثة RA-LA-LL بواسطة شبكة مقاومات ولسون resistor wilson network ويوصل المجموع بالمدخل العاكس للمكبر أنظر الشكل(6-1).



الشكل(6-1)التوصيلات الصدرية أحادية القطب.



الشكل (7-1)موجات تخطيط القلب لبعض التوصيلات الطرفية ثنائية القطب .

***توليد إشارة القلب :-**

يعمل القلب أثناء النبض كمولد كهربائي ففي حالة الإستقطاب تتكون شحنة موجبة علي السطح الخارجي لعضلة القلب ،وعند زوال الإستقطاب تصبح الشحنة سالبة ولهذا فإن التخطيط الكهربائي (ECG) يسجل التغيرات الكهربائية في القلب أثناء مراحل الدورة القلبية إبتداء من العقدة الجيبة –اللأذينية مرورا بالأذينين فالبطينين.

ويتألف التخطيط الطبيعي والمثالي كما هو موضح في الشكل(8-1) من ثلاث موجات رئيسية وهي الموجات(T.R.P) وبينهما المركب QRS والمسافة P-R والقطعة Q-T واحيانا الموجة U ولكل منها تفسيرا لحدوثة:

1- الموجة P :هي أول موجة في المخطط وتمثل إثارة الأذينين وزوال الإستقطاب فيهما .وتبدأ قبل الإنقباض الأذيني وهي موجبة في جميع الأقطاب ما عدا في القطب AVR فهي سالبة وإرتفاعها أقل من 3ملم(0.3 ملي فولت) ومدتها 0.11 ثانية .

2- المسافة P-R: وتقاس من بداية الموجة P إلى بداية المركب QRS وهي تقيس الزمن الذي تستغرقه الموجة للوصول من العقدة الكيسية -الأذينية إلى الألياف البطينية، ومدتها 0,12_0.20 ثانية.

3- المركب QRS: وهو يمثل إثارة البطينين وزوال الإستقطاب فيهما وتتراوح مدتة ما بين 0,04_0,08 .

*موجة Q موجة سالبة مدتها من 0,01_0,02 ثانية.

*موجة R موجة في المركب سواء سبقتها الموجة Q أم لا.

*موجة S موجة سالبة تالية للموجة R .

4- القطعة S-T: وتأتي مباشرة بعدQRS وتقاس من نهاية S إلى بداية T وهي علي الخط الأفقي علي مستويT-P وتبدأ بالتحدب التدريجي. فإذا وقعت أعلى أو أسفل الخط الأفقي فيعني ذلك نقص تروية عضلة القلب(Ischemia).

5- الموجة T: تمثل عودة الاستقطاب:

*وهي موجبة في II-I-V3-V4-V5-V6

*وهي سالبة في aVR.

*وهي مختلطة في الأقطابaVR-AVF-VI-VII-VIII.

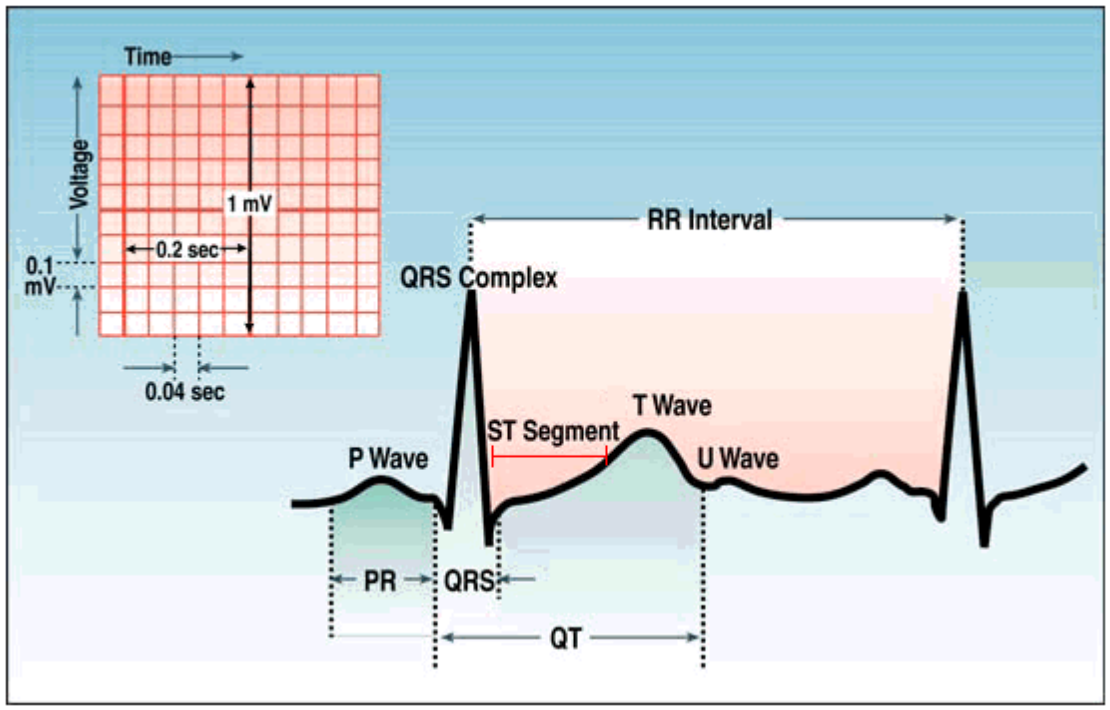
*وهي دائرية وغير متناظرة فإذا كانت محدبة أو مقعرة فذلك دليل مرضي .

*يبلغ إرتفاعهما من 5إلى 10 ملم(0,5 إلى 1 ملي فولت) في أي قطب قلبي, فإذا زادت عن ذلك فهذا يعني إحتشاء عضلة القلب .

*إحتشاء عضلة القلبMyocardial infarction هو حدوث موت سريع لجزء من عضلة القلب بسبب قلة الوكسجين الذي يصل عضلة القلب .هذا عادة مايحدث بعد تكون جلطه في أحد الشرايين التاجية الذي ينتج عنه نقص حاد في كمية الدم الذي يصل لعضلة القلب.

6- Q-T: وتقاس من بداية المركب QRS إلى نهاية الموجة T وتمثل مدة إنقباض البطين وتختلف حسب معدل نبضات القلب والجنس والعمر .

7- الموجة U: موجة صغيرة تظهر أحيانا وتأتي بعد الموجة T وبإتجاهها، فإذا إنقلبت عكسها فدليل إحتشاء عضلة القلب .



الشكل(8-1)الشكل المثالي لموجة تخطيط القلبECG

<u>*خصائص إشارة تخطيط القلب ECG:-</u>

تمتاز بأنها ضعيفة الإرتفاع فلا يتجاوز إرتفاعها في أغلب الأحيان عن 3Mv وكما تمتاز هذه الإشارات بترددات منخفضة فمدى ترددها يتراوح بين(0.01 و200Hz) وإذا كان معظم قوة الإشارة متركزة في الترددات الأقل من 45Hz وضعف إشارة ECG يجعلها عرضة للتشويش من مصادر مختلفة .

هناك أربع مصادر رئيسية للتشويش عند إجراء تسجيل إشارة القلب ECG وهي:-

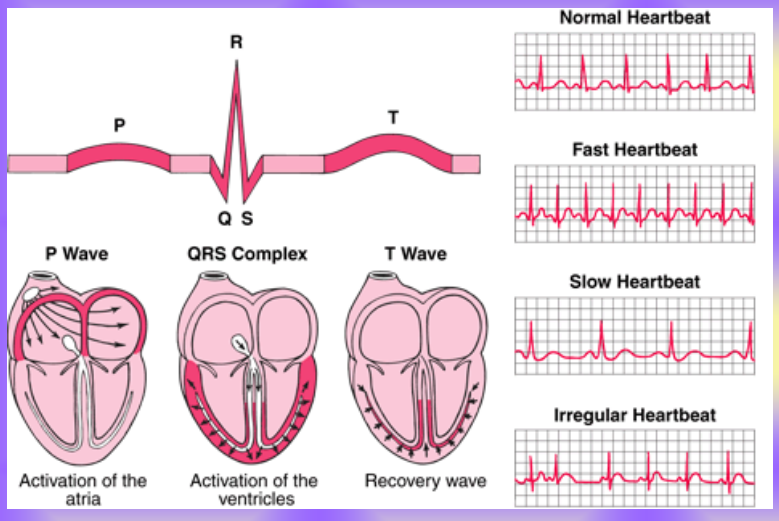
1- حركة العضلات: وتصدر تشويش بترددات مرتفعة تتقاطع مع تردد إشارة ECG ولكى نقلل من تأثير هذا النوع من التشويش يجب أن يكون المريض في وضع إسترخاء تام .

2- تنفس المريض: حركة صدر المريض أثناء التنفس تغير موضع الأقطاب بالنسبة لموضع القلب ينتج عن ذلك إضافة جهد لإشارة القلب تسمى بالتداخلات التنفسية وهي ذات تردد منخفض يقل عن Hz2 وللتخلص من هذا النوع من التداخلات يطلب من المريض قطع التنفس لعدة ثواني في كل مرة يجرى فيها التخطيط.

3-حركة الأقطاب:عدم تثبيت الأقطاب بشكل جيد أو جفاف الجل الموصل يولد تشويش بترددات عالية.

4- التشويش الناتج من شبكة الكهرباء والأجهزة القريبة كالمصاعد وتردد هذا النوع هو تردد الشبكة الذي هوفي المملكة 60Hz.

5\ التشويش الناتج عن المواد المعدنية التي يرتديها المريض مثل الساعة والخاتم وغيره .



الشكل (9-1) يوضح انواع إشارات القلب

الباب الأول

الفصل الثاني

تشريح الدماغ

الجهاز العصبي هو الجهاز الأكثر تعقيد في الأجهزة المكونه لجسم الإنسان ففي حين أن الغدد تمثل جهاز التحكم الكيميائي لجسم الإنسان فإن جهاز التحكم الكهربائي هو الجهاز العصبي فمثلا تشكل الأعصاب والعضلات والهيكل العظمي الجهاز الحركي للإنسان وتقع العضلات الهيكليه(Skittle muscle) تحت التأثير العصبي ولاتتقلص بدون الأعصاب.

يتالف العصب (Nerve) الواحد من حزمه من الألياف العصبية (Nerve fibers) تعد بالمئات كل ليف عصبي هو محور (Axon) لخليه عصبية. يقع جسم الخلية (Cell body) داخل الجهاز العصبي المركزي (CNS) (central nervous system).

تؤدي الألياف العصبية عملها في السيطرة على الأعصاب و الغدد بواسطة الإيعازات (السيالات) العصبية (nerve impulses).

الإيعازات العصبية عبارة عن موجة من التغيرات الكهربائية والفيزيائية.

***تولد الإيعاز العصبي(Produnction Of nerve impulse):-**

يتولد الإيعاز العصبي نتيجة تغير درجة الإستقطاب\(polarization) لغشاء الليف العصبي وهذا يعني تغير فرق الجهد الكهربائي .(Electrical potential)على جانبي الغشاء.

يحمل الغشاء البلازمي للخلايا العصبية فرقا في الجهد الكهربائي على جانبه يسمى جهد الراحة

(Resting potential) يتراوح مقدار فرق الجهد الكهربائي ما بين 100-20 ملي فولت حيث أن السطح الداخلي للغشاء يعد سالبا بالنسبة للسطح الخارجي الموجب .

العوامل التي تؤدي إلى تكوين جهد الراحة :-

1- الإختلاف في درجة نضوجة (نفاذية) غشاء الخلية الحية لبعض الأيونات فهو شديد النضوجة لأيونات البوتاسيوم (+K)وقليل النضوجية لأيونات الصوديوم(+Na)وأيونات الكلور(-CL).

2- إختلاف تركيز أيونات البوتاسيوم في داخل الخلية وخارجها حيث أن تركيزها في الداخل أكثر من تركيزها بالخارج بحوالي عشرة أضغاف.

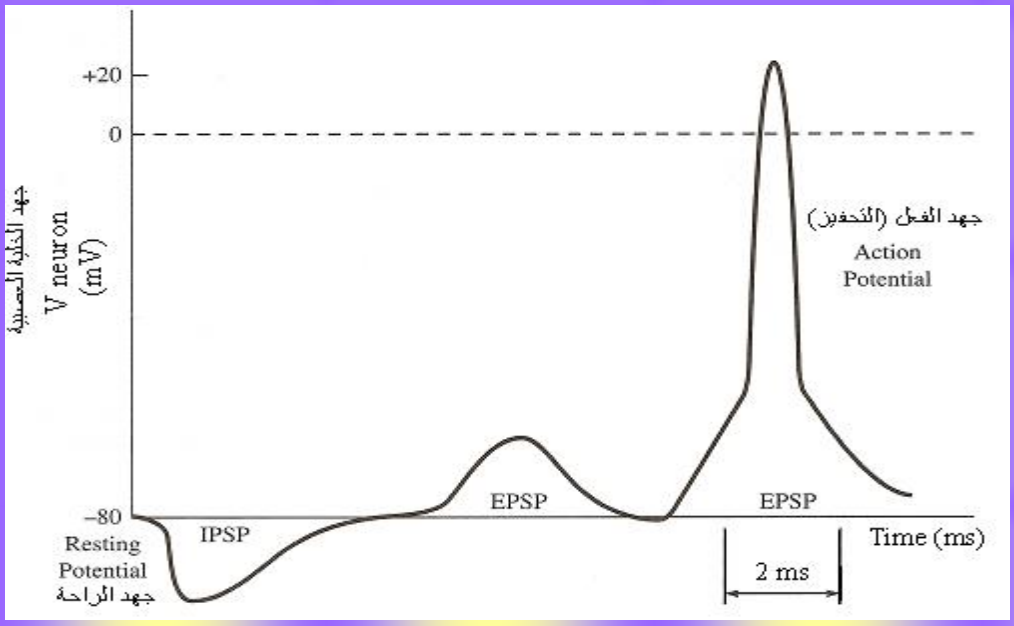
3- وجود أيونات سالبة عضوية داخل الخلية ذات حجم كبير لا تستطيع النفاذ من خلال غشاء الخلية مثل البروتينات المتأنية والأحماض العضوية.

<u>*جهد الراحة وجهد الفعل (Reselting and Action Potential):-</u>

تحت تأثير العوامل السابقة تخرج كميات قليلة من أيونات البوتاسيوم من الخلية وتتراكم على السطح الخارجي للغشاء بإستمرار بذلك تجعل الشحنة الكهربائية لهذا السطح موجبة بينما يصبح السطح الداخلي ذو شحنة سالبة .

- يسمي الحد الأدني لقوة الحافز الضروري لإحداث إيعاز عصبي يسري في الليف بجهد العتبه (Threshold Potential).

- عند تحفيز الليف العصبي تتغير نضوجية غشائه لأسباب غير معروفه فيصبح شديد النضوجية لأيونات الصوديوم وقليل النضوجيه لأيونات البوتاسيوم نتيجة ذلك.
- تدخل أيونات الصوديوم الموجوده بتركيز من خارج الليف العصبي إلى داخله وهذا يؤدي إلى إنخفاض فرق الجهد الكهربائي علي جانبي الغشاء وتسمي هذه العملية زوال الإستقطاب (Repolarization).
- يمكن قياس وتسجيل التغيرات الكهربائية المرافقة للإيعاز العصبي بواسطة جهاز راسم الإشارات والشكل(9-1)يمثل الدورة الكاملة لجهد الخلية العصبية.



الشكل(10-1) الجهد الحيوي للخلية العصبية

حيث أن Excitatory Postsynaptic Potential (EPSP):تعني إزالة إستقطاب مؤقت لجهد غشاء الليف العصبي سببها تدفق الأيونات ذات الشحنات الموجبة إلي داخل خلية الليف العصبي .

Inhibitory Postsynaptic Potentials (IPSP) :الجهد الناتج عن تدفق الأيونات السالبة إلى داخل خلية التشابك العصبي.

جهد الفعل Action Potential عندما يحدث عدد متتالي من EPSP لرقعة واحدة من الليف العصبي يكون تأثيرها التراكمي هو مجموع الجهود لكل واحدة على حده وعندما يتخطى ذلك المجموع جهد العتبة يحصل مايسمى جهد الفعل.

<u>*مكونات الجهاز العصبي :-</u>

يتكون الجهاز العصبي من جزأين رئيسيين هما:

1-الجهاز العصبي المركزي (CNS)(Central nervous system)

2-الجهاز العصبي الطرفي(peripheral nervous system)

يتألف الجهاز العصبي المركزي من الدماغ والنخاع الشوكي وتحيط به ثلاث طبقات من الأنسجة تسمي الخلايا .يقوم هذا الجهاز بالتنسيق والتنظيم فهو مركز التحكم بالجهاز العصبي إذ أن إحساسات الجسم جميعها من المستقبلات يجب أن تنتقل إلى الجهاز العصبي المركزي CNS ليتم تفسيرها .

يعتبر الدماغ أهم أجزاء الجهاز العصبي ويحصل علي 25% من كمية الأكسجين الداخله للجسم ويصل إلى 20% من الدم الوارد من القلب، يكون الدماغ الجزء الأكبر من الجهاز العصبي المركزي ويشغل حيزا كبيرا في الجمجمة يسمي صندوق الدماغ (Cranium.)يتألف الدماغ من ثلاثة أجزاء رئيسية هي:

-الدماغ الأمامي(For-brain)

-الدماغ المتوسط (Mid- brain)

-الدماغ الخلفي(Hind- brain)

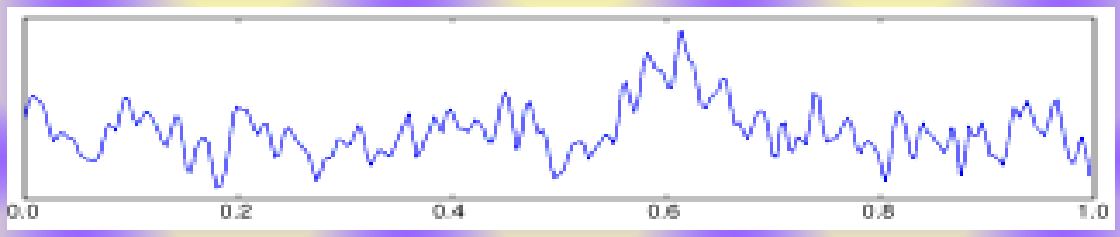
<u>*تخطيط الدماغ(EEG – Electro encephalic graph):-</u>

إن عملية تسجيل التغيرات الكهربائية (الجهود الحيوية)والتي تتولد من خلال النشاط العصبي للدماغ تدعى إشارة تخطيط الدماغ وتختصر ب(EEG) وهي إختصار للكلمات الثلاث التالية (electro encephala graph)

التخطيط (graph) الكهربائي (electro) للدماغ (encephalin).إن تخطيط الدماغ يمكن توضيحه بالإنتشار المتناغم للجهود التي تنتج من التفريغ المتعاقب للخلايا العصبية تعتبر إشارة تخطيط الدماغ (EEG)من الإشارات الحيوية المعقدة فليس لها نموذج معين ومتكرر كإشارة تخطيط القلب .

أول من قام بتسجيل إشارات الدماغ(EEG) كان هانس بيرغر عام 1924 وحصل علي الإشارة كما في الشكل(10-1) الشكل (11-1) يمثل تسجيلا حديثا لمدة ثانية واحدة لإشارة(EEG).

الشكل(1-11) أول تسجيل لإشارة الدماغEEG



شكل(12-1) إشارة (EEG) مدتها ثانية واحدة

تمتاز إشارات تخطيط الدماغ (EEG) بأنها إشارات ضعيفة أي ذات إرتفاع موجة قليل جدا وبمجال تردد منخفض. يختلف إرتفاع إشارة(EEG) وترددها بإختلاف موضع القياس:

*علي سطح الجمجمة (cranial surface) يترواح ما بين 1إلى100mv وبمجال تردد يترواح من 0.5 إلى 100هيرتز.

*علي سطح المخ(cerebrum surface) يترواح ما بين 15 إلى 1000 مايكرو فولت وبنفس مجال التردد السابق .

* إشارة عنق الدماغ ملتقطة من سطح الجمجمة لا تتجاوز 25mv ولكن بمجال تردد مرتفع يتراوح من 100 إلى 3000 هيرتز.

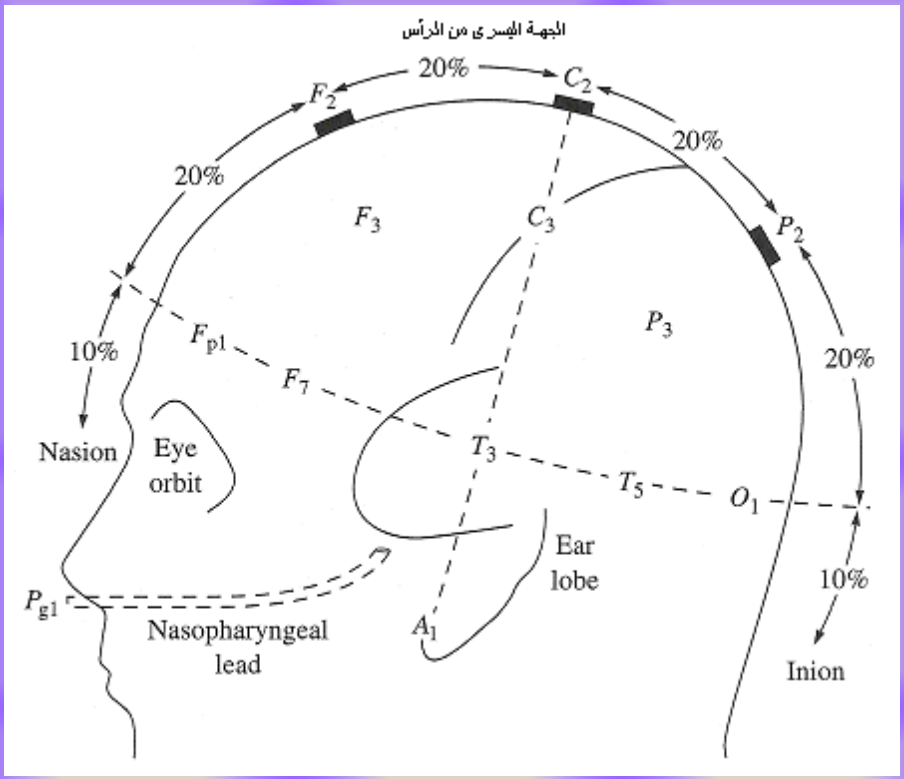
ضعف إشارة الدماغ يوجب إستخدام مكبر عمليات فرقي ذو تكبير عالي يصل إلى 10000 مرة.

<u>*أقطاب EEG الحيوية:-</u>

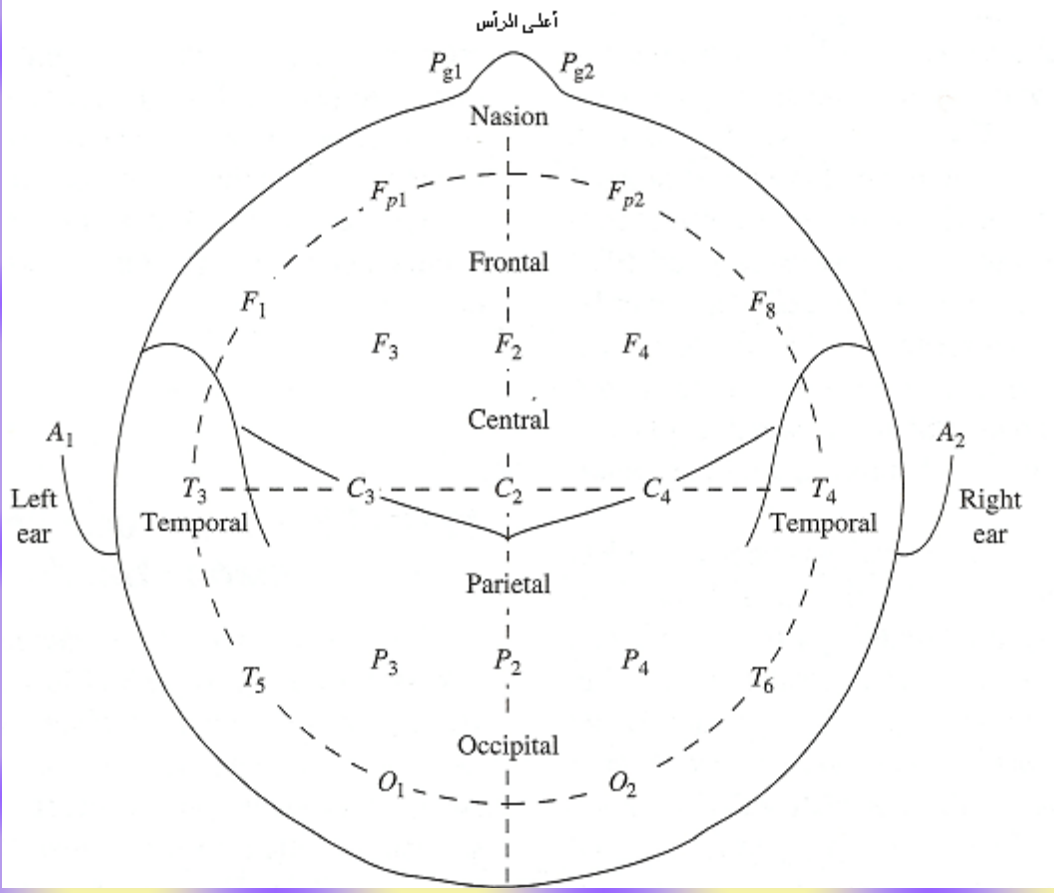
يتم الحصول على إشارة تخطيط الدماغ وذلك بوضع أقطاب حيوية على فروة الرأس كما في الشكل (12-1)علي سطح الدماغ مباشرة وذلك حسب نوع التخطيط الذي يطلبه الطبيب .

تعمل أقطاب EEG الحيوية على تحويل تيار الأيونات الناتجة عن خلايا الدماغ إلى تيار كهربائي يمكن تسجيله وقياسه .

يستخدم لتسجيل إشارات الدماغ أقطاب في محلول كلوريد الصوديوم الفضة -Ag AgCL وتغمر الأقطاب في محلول كلوريد الصوديوم قبل إجراء الفحص لكي يتم تثبيته على الجلد .هناك نوع آخر من المجسمات تسمى (sub-coetaneous) وهو على شكل إبر يستخدم للمرضى فاقدي الوعي والنوع الثالث من المجسمات هو أيضا إبري الشكل داخل الدماغ (Intra Cerebral electrodes)بإستخدام تلك الأنواع من المجسمات أصبح من الممكن تسجيل التغيرات التي تحدثها حالة الصرع وبالأخص الناتجة عن إصابات تستدعي معالجة جراحية .

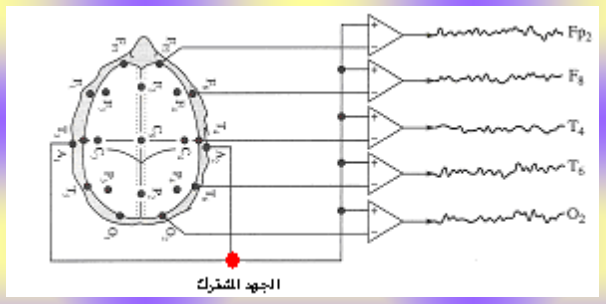


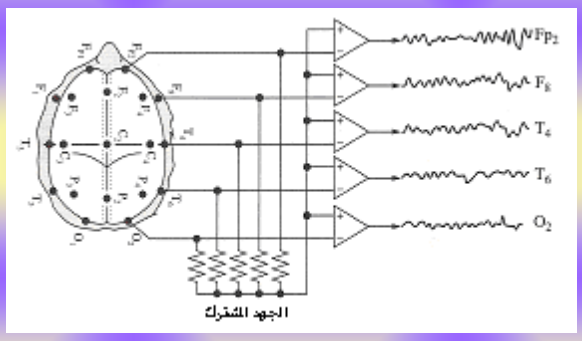
الشكل(13-1) موضع الأقطاب على الرأس(الصورة للجهة اليسري من الرأس)

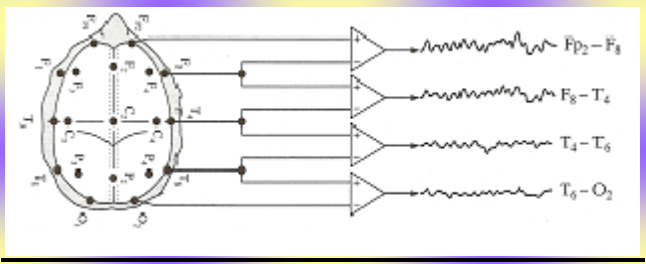


الشكل(14-1)موضع الأقطاب على الرأس (الصورة للجهة العلوية للرأس)

عدد الأقطاب الحيوية المستخدمة لتسجيل إشارات الدماغ يصل إلى 20 قطب 19 قطب فعال وواحد محايد يستخدم للتأريض .توصل الأقطاب الحيوية بشكل زوجي إلى مدخل مكبر عمليات فرقي مكونة 10 توصيلات مختلفة موصلة كما في الشكل(15-1)







الشكل(15-1)

توصيل إشارات الدماغ بمكبر العمليات

مكونات إشارة تخطيط الدماغ :-

1/نشاط دلتا ∞(Delta activity) بترددمن505إلى 4 HZ

2/نشاط ثيتا Θ(Theta activity)بترددمن 4إلى 8 HZ

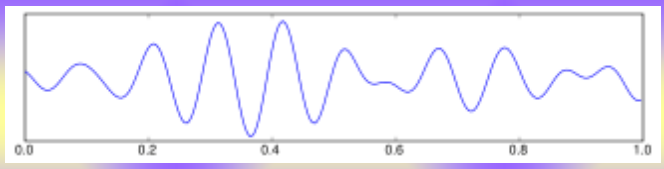
3/نشاط ألفاα (alpha activity) بتردد من8 إلى 13 HZ

4/نشاط بيتا β(beta activity\p\ )بتردد من 13 إلى22 HZ

5/نشاط جاما γ(gamma activity\y\) بتردد من22 HZ

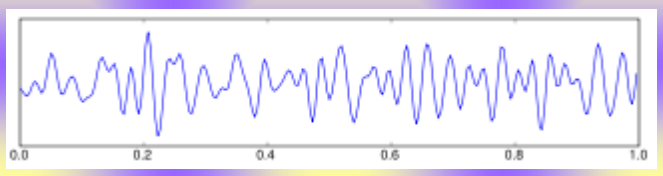
ولكل نشاط من النشاطات السابقة معني مختلف لكل منها :

1/موجات الفا (alpha waves) وهي ذات ارتفاع لايتجاوز10 مايكرو فولت ويمكن تسجيلهامن المناطق الخلفية من الراس وتشكل موجات الفا التردد القياسي للدماغ الطبيعي في حالة اليقظة ولكن مغمض العينين وسائح الفكر اما عند فتح العينين وتركيز الانتباه فلهذا يقلل و بشكل كبير من ارتفاع موجات الفا.



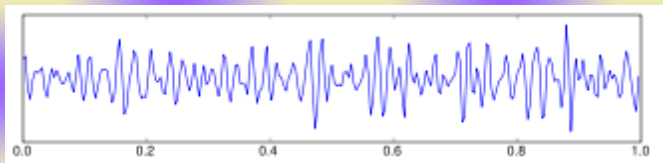
شكل (16-1) موجة الفا .

2 /موجات بيتا (beta waves) وهذه الموجات ذات ارتفاع اقل من 20 مايكرو فولت ويمكن تسجيلها من المناطق الامامية من الراس او اي منبه حسي مرئ او مسموع (فتح العينين او سماع ضوضاء) يحول موجات الفا الى بيتا .



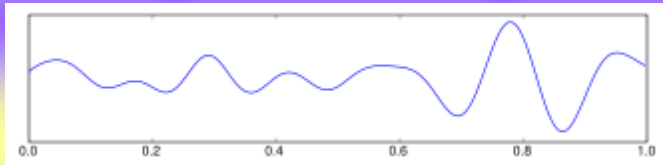
شكل(1-17)موجة بيتا.

3/موجات جاما (gamma waves) وهي الاقل ارتفاعا ولاتتجاوز 2 مايكرو فولت وتنتج من تركيز الانتباه وتحفيز حسي خارجي .



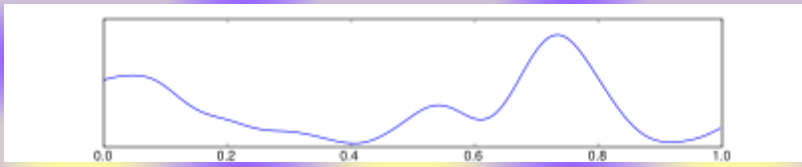
شكل(1-18) موجة جاما

4/موجات ثيتا (theta) وهي موجات ذات ارتفاع كبير نسبيا يصل ارتفاعها 100mv وهي تعطي مؤشرا عن النوم.



شكل(1-19) موجة ثيتا

5/موجات دلتا (delta) هي موجات ذات ارتفاع كبير نسبيا يصل ارتفاعها الى 100mv وهي تعطي مؤشرا عن النوم وتختلف عن موجات ثيتا بالتردد فقط .



شكل(20-1) موجة دلتا

إن تخطيط الدماغ يتأثر بالعمر ودرجة الإنتباه أو الذهول من اليقظة إلى النوم العميق ونقص الأكسجين ودرجة الجوع ،العطش أوالتخمة وهذه التغيرات لها أسباب بايوكيميائية (هرمونية عصبية).

فتخطيط الدماغ بالنسبة للبالغين يختلف عن الاطفال فعندهم (delta waves 30-60beta waves)ما يكرو فولت وبمرور السنين فإن الدماغ ينضج فيصبح التردد كبير والسعه تتسع وبتزايد السنين فإن تخطيط الأشخاص الصغارسوف يصبح أكثر شبها بالبالغين بتناغم Hz(9_12) وسعة(60_150)مايكروفولت وفي الأعمار الكبيره فإن شكل تخطيط الدماغ سوف يتغير ثانية والتناغم الأساسي سوف يصبح أبطئ لكن بتردد أسرع .

<u>*الفوائد الطبية لتخطيط الدماغ (EEG):-</u>

تخطيط الدماغ اليوم من أهم عمليات الفحص السري فمن خلال قراءة تحليل إشارة تخطيط الدماغ (EEG)يتمكن الطبيب من:

- ❖ تشخيص حالات الصرع.
- ❖ معرفة حالات التشوه الخلقي عند الولادة.
- ❖ تشخيص حالات الأورام الدماغية.

- مراقبة المريض بعد حالة توقف القلب أو العجز الكلوي وذلك بمراقبة التقصيرات الحاصلة في عمل الدماغ.
- معرفة إذا كانت بعض الأمراض الدماغية عضويا أو نفسيا.
- تشخيص بعض حالات إنخفاض الذكاء السريع المفاجئ.

الباب الأول

الفصل الثالث

تشريح العضلات

تشكل العضلات والاعصاب والهيكل العظمي الجهاز الحركي للانسان وتقع العضلات الهيكلية(skeletal muscle)تحت التأثير العصبي ولاتتقلص بدون الأعصاب تعتبر العضلات وسائل لتحويل الطاقه الكيميائية وطاقة ميكانيكية تستجيب العضلات للتغيرات في المحيط الخارجي وبذلك يتلائم الجسم بحركته او حركة عضو من اعضائه للظروف الخارجية ؛تعتمد الفعالية الحيوية علي التقلص العضلي مثل نبض القلب _توسع او تضيق الاوعية الدموية_وحركة الامعاء وغيرها .

كثيرا ماتتعرض العضلات الحركية الي تهتك لاسباب عديده كالحوادث والجلطات وغيرها.

وهنا لابد من معرفة مستوي الأذى الذي لحق بتلك العضلات لهذا الغرض يتم اجراء مايدعي بتخطيط العضلات .

تخطيط العضلات (Electromyography EMG) :

هي تقنية تساعد علي تسجيل التيارات الكهربائية الناتجة عن انقباض وانبساط العضلات ،التيارات التي تجتاز العضلات اثناء انقباضها تدعي بتيارات الفعل , ويتم تسجيل اشارات العضلات (EMG) عن طريق وضع الأقطاب السطحية (Surface Electrodes)علي سطح العضلة المراد فحصها او بغرس قطبين موصلين للكهرباء ومعزولين في العضلة المراد تخطيط نشاطها.

هذه التقنية تشكل اداة تشخيص هامه في حالات الرضوض والشلل لانها تقرر وجود او عدم وجود اصابة العصب او انقطاعه فتعطي بذلك امكانية التشخيص التفريقي بين الحالات الوظيفيه لاعاقة حركه العضله وبين الحالات العضوية انقطاع التعصب كما تتيح هذه التقنية امكانية مراقبة تطور حالة المريض .

وقبل البدء في شرح تخطيط العضلات لابد دون من التذكير بتكوين وفسيولوجية العضلات ومبدأ عملها .

تكون العضلات (Muscle) :

تتكون العضلات او العضلة من عدد من الالياف والخلايا والتي بدورها تكون الانسجة العضلية .هناك ثلاث انواع رئيسية من العضلات تختلف عن بعضها في التركيب النسيجي والموقع والوظيفة الفسيولوجية ونوع الالياف العصبية المتصلة بها وهي:

1_العضلات الملساء (smooth muscle) :

- وهي غير مخططة (unstinted) حشوية (visceral) ولاارادية (Involuntary).
- تتميز اليافها بانها مغزلية الشكل تحتوي تخطيطات طولية غير واضحه
- خاليه من التخطيطات العرضية ولكنها تحوي تخطيطات طولية غير واضحه
- توجد في جدران الاعضاء الداخلية او الحشوية وغير واقعة تحت التصرف الارادي
- تعد الاقل (least specialized)
- تظهر ايقاعات بطيئة تقلصية وانبساطية

2_تعضلات القلبية (Heart muscles) :

تتميز العضلات القلبية باحتوائها علي تخطيطات طولية وعرضية مندمجة مع بعضها مكونه مايسمي بالمندمج (Syncytium)

- لاتقع تحت التصرفات الارادية
- مزوده بالياف عصبية من الجهاز العصبي الذاتي
- اكثر تخصصا من الاولي (more highly specialized).
- تظهر ايقاعات سريعه تقلصيه وانبساطيه وتوجد في القلب فقط

3_العضلات الهيكلية (Skeletal muscles):

- وهي مخططه (striated) واراديه (voluntary).
- تتميز اليافها بانها اسطوانية ذات عدة نوي
- عضلات قوية تتصل بالعظام وتزود بالياف عصبية جسيمه (somatic nerve fibers).
- تعد الاكثر تخصصا بين العضلات (must highly specialize).
- تظهر ايقاعات سريعة وقوية وتوجد في الساق والراس واليدين

<u>الليف العضلي:-</u>

- ❖ يتكون الليف العضلي من اندماج عدد كبير من الخلايا العضلية لذلك فانه يحتوي عدد كبير من النوي
- ❖ يحيط بالليف العضلي غشاء رقيق يسمي الساركوليما(Sarcolemma) يكون مملوء بماده هلامية تسمي الساركوبلازم (Sarcoplasm) .
- ❖ توجد في الساركوبلازم الاف التراكيب الخيطية تري تحت المجهر بسهولة تدعي اللويفات العضلية (Myofibrils).
- ❖ يزود العضله عصب مختلف يتألف من الياف حسيه والياف حركية تتصل الالياف الحسيه بالمغازل العضلية لتحمل الايعاز العصبي الوارد من العضلة الي الجهاز العصبي المركزي (CNS) (central nervous system).
- ❖ يقوم الجهاز العصبي باصدار الايعازات العصبية خلال الالياف الحركيه عن مقدار تقلص العضلة المناسب

- تتصل نهايات الالياف العصبية بأغشية الالياف العضلية بواسطة تركيب خاص يسمى الاندماج العضلي (monaural junction).
- لايوجد اتصال بين سايتوبلازم نهاية الليف العصبي وسايتوبلازم نهاية الليف العضلي ولكن توجد فسحه ضيقه بين غشاء الليفين
- تتميز تفرعات نهاية محور الخلية العصبية بانها لاتحتوي غلاف دهني وتستطيع في نهاياتها علي شكل قرص يستقر في انخفاض الساركوليما في غشاء الليف العضلي وتدعي هذه المنطقه بالصفيحه النهائيه الحركيه (motor end plate).
- عندما يصل الايعاز العصبي الي نهاية الليف العصبي تتحرر من داخل الحويصلات الصغيرة كمية من الاستيكولين فتجتاز الفتحة بالانتشار البسيط
- يسبب الاسيكولين زوال الاستقطاب في غشاء الصفيحه النهائية ثم الساركوليما ومن ثم انتقال موجه من جهد التحفيز (جهد الفعل) (Action potential) في الغشاء بسرعة.
- يعقب جهد التحفيز تقلص اللويفات العضلية

<u>انواع تقلص العضلات (Muscle contraction):-</u>

هناك نوعان من التقلص العضلي:-

1-التقلص متساوي الطول (Isometric contraction):

فيه لايحدث تغيير في طول العضلة وانما يزداد الضغط او التوتر بداخلها يحدث مثل هذا التقلص عندما تفشل العضلة في رفع ثقل معين ففي هذه الحاله لايكون هناك شغل خارجي مبذول لأن وزن الجسم يكون اثقل مما تستطيع العضله تحريكه ولذا يبقي طول العضله كما هو بينها يرتفع معدل التوتر بداخلها.

2-التقلص متساوي التوتر (Isotonic contraction) :

فيه يحدث تغيير في طول العضله بينما يبقي الضغط او التوتر بداخلها علي حاله ويحدث مثل هذا التقلص عندما يكون من المتيسر علي العضله رفع ثقل معين .

آلية التقلص العضلي (Mechanism of muscle contraction):-

تمتاز الياف العضلات الاراديه بوجود اقراص باهتة (مضيئة) وأخرى معتمه بالتبادل وتعرف المنطقة الباهته بالمنطقة المتجانسه او شريط (I-BAND) وذلك لانها شفافه او ذات انكسار ثنائي ضعيف فتسمح بمرور الضوء. اما المنطقة المعتمه فهي لاتسمح بمرور الضوء لأنها ذات انكسار ثنائي حاد،ولذا تسمي المنطقة الغير متجانسه او شريط (A-BAND) ويمر في منتصف كل شريط 1خط داكن يسمي خط Z(Z-LINE) بينما يعبر كل شريط Aخط باهت يسمي بالمنطقة H(H-ZONE) ويطلق علي الجزء الممتد بين كل خطين Zمتتابعين القطعة العضلية (Macromere).

تتكون العضلات من مادتين بروتينيتين هما مادة الاكتين (Actins) الميوسين (Myosin) وليس لاي من هاتين المادتين القدرة علي الانقباض بمفردها ولكنهما اذا وجدا معا يتكون منهما مركب الكتوميوسين (Act myosin) الذي يتقلص في وجود ايونات البوتاسيوم والادينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP)- .

وقد لوحظ انه عند انقباض الليفة العضلية يقصر شريط 1بينما يظل A ثابت .

المظاهر الاليه للتقلص العضلي (Mechanical aspect of muscular contraction):-

سنتناول هنا الظواهر الفيزيائية للعضلات التي ترافق التقلص العضلي كما هو مستمد من التجارب وبخاصة التبدلات في طول العضله ودرجة توترها وسرعة تقليصها ونوعيتها .ولما كانت وظيفة العضلات توليد قوة او تادية شغل بالانكماش مقابل قوة كما يحدث عندما نرفع اشياء او نضغط عليها لذلك تبقي دائما خاضعة للجهاز العصبي الذي يتحكم بنوعية ودرجة التقلص.

واما الوظيفة الثانية فهي ثانوية وتقتصر علي توليد الحرارة للجسم .

لاغراض التنبية يستخدم جهاز كهربائي يولد رجات قصيرة منفردة او مكرره .

تنبه العضلة تنبيها مباشرا بوضع اقطاب المنبه الكهربائي علي سطحها مع الاحتياط لمنع انتقال التنبيه عبر الليف العصبي – العضلي ويفضل أن تكون أقطاب التنبيه من كلوريد الفضة(Ag-AGCL).ولا ينصح باستعمال اسلاك النحاس لانها تولد ايونات النحاس cu2++ السامه .

تحدث عملية التقلص بسرعة فائقة فتستغرق النفضة (تقلص او استرخاء) ما يقارب من عشر الثانية –لذلك تسجل التبدلات الاليه (mechanical changes) بواسطة اجهزة حساسة اسمها الكيموجراف (kymograph).

وقديما كان الكيموجراف يتكون من عتله تتصل العضلة بأحد أطرافها ويتصل الطرف الحر الأخر بقلم متحرك يسجل الطرف المتحرك التبدلات في طول أو توتر العضلة علي هئية رسوم بيانية علي ورق متحرك أما الآن فقد تحسنت طرق التسجيل باستخدام محولات الطاقة الميكانيكية (transducer mechanical) مثل معيار الاجهاد السيلكوني (silicon strain cage) والذي تبدل مقاومة الكهربائية نتيجة تغيرات طفيفة في طوله مما يؤدي الي تغيير الجهد الكهربائي الواقع عليه، بذلك تتحول التبدلات الاليه الى اشارات كهربائية يمكن مشاهدتها علي شاشة العرض الحيوية(monitor).

<u>العلاقة بين المنبه والاستجابة :-</u>

أولا: النفضة العضلية البسيطة (simple muscle twitch)

تحدث النفضة العضلية كما أسلفنا سابقا استجابة الي درجة كهربائية تمر النفضة بثلاثة مراحل مختلفة متتالية هي :-

- ❖ فترة الكمون (Latent period)

تستغرق هذه الفترة مدة زمنية تتراوح من 0.4الي 40msوتمثل هذة الفترة الزمن المستغرق لانتقال التنبيه عبر الملتقي العصبي العضلي وانتشار جهد فعل وتحديد ايونات الكالسيوم وفق اليه الازدواج التهيجي التقلي .

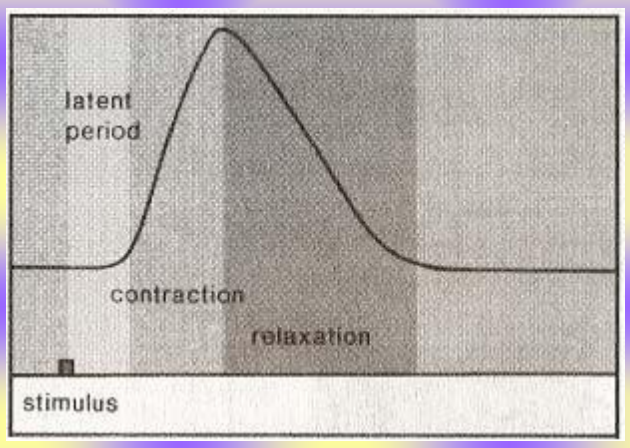
❖ طول التقلص (contraction phase)

يروم هذا الطول المكرس للتقلص العضلي مدة تصل الي 40ملي ثانية ويتزامن معه حدوث انكماش في طول العضلة او زيادة في توترها .

❖ طول الارتخاء (Relaxation phase)

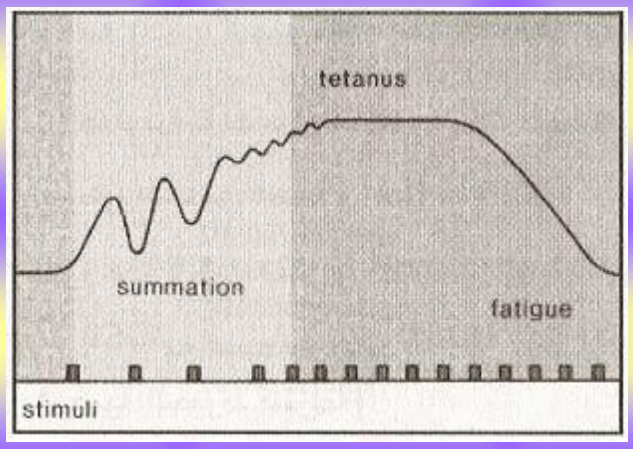
هو الفترة اللازمة لعودة العضلة من حالة التقلص الي حالة الكمون يروم طول الارتخاء حوالي 50 ملي ثانية تعود خلالها العضلة الي طولها او توترها عندما كانت مسترخية .

الشكل 5-1 يمثل طول تقلص العضلة في حالة تعرضها لمحفز واحد اما الشكل 5-2 فيمثل طول تقلص العضلة لعدد من المحفزات متتالية في هذه الحالة تقلص الي ان ينتهي المحفز او عند اعيائها .



الشكل (21-1)

طور تقلص العضلة في حال تعرضها لمحفز واحد



شكل (22-1)

يمثل طور تقلص العضلة عند تعرضها لعدد متتالي من المحفزات

ثانياً: التقلص متساوي التوتر(Isotonic) والتقلص متساوي الطول(Isometric):-

عند الحديث عن التقلص العضلي يؤكد عادة علي حالتي انكماش العضلة وزيادة التوتر فيها وهذه حالة خاصة تجمع بين نوعين من التقلصات يطلق علي النوع

الاول التقلص متساوي التوتر (Isotonic) وفيه تنكمش العضلة دون ان يطرأ أي تغيير علي توترها سواء كانت محملة او غير محملة علي ان يراعي في الانتقال أن لاتكون مانعة للانكماش .ولكل الذي يحدث عند تنبيه العضلة حصول زيادة ملحوظة في توترها .

في أجسامنا تحدث تقلصات متساوية في التوتر او الطول بنسب متفاوتة حسب المهمة التي تنفذها العضلة فالتقلصات المتساوية الطول تحافظ في الانسان علي انتصاف الجسم .مقاومة الجاذبية عن طريق منعكسات وضعية (Postural Be flexes) وتشمل عضلات الجهة الخلفية للرقبة وعضلات الظهر وعضلات الاطراف السفلي الباسطة .أما الحركات الأخري كالمشي والجري فتتم من خلال تقلصات من النوع المتساوي التوتر .

ثالثا: حالة تدرج التقلص العضلي (stair case).

يتألف العصب الذي يجهز العضلات الهيكلية من الياف محركة والياف حسية وبأعداد متساوية تقريبا وتقع أجسام العصبونات المحركة في القرن الامامي من المادة السنجابية في الحبل الشوكي .ولما كانت الالياف العضلية تفوق كثيرا عدد العصيبات المحركة فإن العصبونة الواحدة تتصل عن طريق فروعها بعدد من الالياف العضلية يبلغ 200 ليف في العضلات الكبيرة و5 فقط في العضلة الصغيرة المحركة للمقلة .وتسمي المنظومة التي تشمل العصبونة المحركة والالياف العضلية التي تجهزها بالوحدة الحركية (motor unit) وكلما كانت الوحدة الحركية صغيرة كلما كان عمل العضلة دقيقا بالمقارنة مع العضلات الكبيرة وهذا يحدد الطرح (out put)العصبي .للعصبونات المحركة قوة تقلص العضلة وقوة الحركة الارادية وفي النشاطات الاعتيادية تتناوب الوحدات الحركية في عملها وتؤدي بذلك عملا دون إعياء ومتي ما صارت الأعمال المطلوبة اكثر إجهاد زيد عدد الوحدات العاملة .

عندما يكون الطرح مناسب العصبي للعصبونات المحركة بطيئا بحدود 5-1 نبضة في الثانية نحصل علي نفضات بسيطة منفردة وبنفس التردد . وبزيادة الطرح من 10 الي 30 نبضة في الثانية نحصل علي التحام غير كامل بين النفضات نتيجة للجمع العضلي يرافقه إرتفاع ملحوظ في التوتر ويظهر التقلص علي هيئة رعشة مركبة تدعي بالرمح .

واذا ما بلغ تردد الطرح 50 الي 200 نفضة في الثانية تستجيب العضلة بتقلص مستمر أقوي من الرمح العضلي يعرف بالتكزز(tetanus) .

تخطيط العضلات :-

يستخدم لتسجيل إشارة العضلات ثلاثة أقطاب .قطبان فاعلان وقطب ثالث \مشترك \ للتأريض .

إذا كانت العضلة المراد فحصها بعيدة عن سطح الجلد يتم إدخال القطبين في تلك العضلة بواسطة الأقطاب البرية .عدا ذلك تستخدم الأقطاب السطحية وذلك بوضع القطبان علي الجلد الملامس للعضلة المراد فحصها .

الباب الثاني

الإلكترودات

الباب الثاني

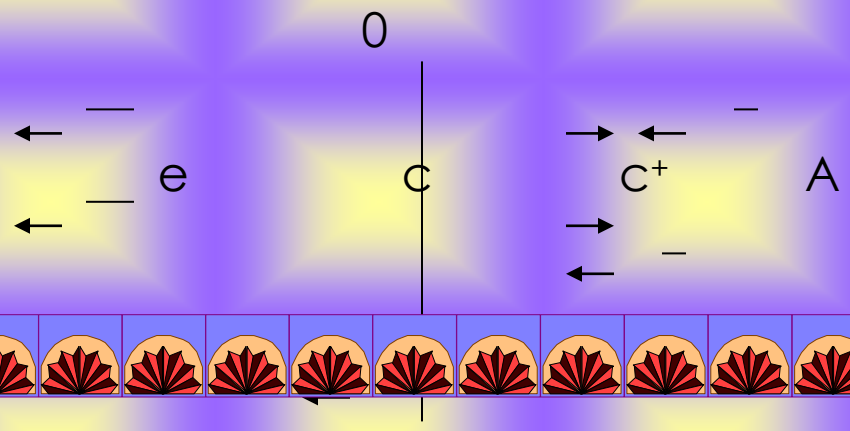
الإلكترودات

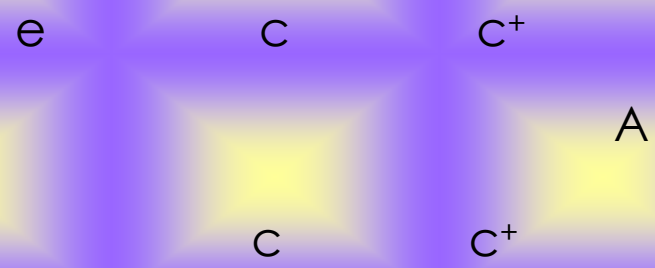
نظرية الالكترودات :-

يتم النقل التياري في منطقة الوصل مع الالكترود (طرف النسيج و المحلول) بواسطة انزياح الايونات في المحلول الكهروليتي المحيط بالالكترود اما في طرف الجهاز الموصول مع الالكترود فان التيار يتدفق بواسطة النقل الالكتروني .لذلك لابد من وجود تفاعل كيميائي في السطح المشترك بين الالكترود والمحلول الكهروليتي من اجل تحويل النقل الايوني الي نقل الكتروني وبالعكس .

يوضح الشكل (2-1) تخطيط السطح المشترك بين الالكترود والمحلول الكهروليتي التيار العابر للسطح المشترك من الالكترود الي المحلول الكهروليتي يحتوي علي :

- الكترون يتحرك باتجاه معاكس لاتجاه التيار في الالكترود .
- ايون موجب C^+ يتحرك بنفس اتجاه التيار في المحلول الكهروليتي .
- ايون سالب A^- يتحرك باتجاة معاكس لاتجاة التيار في المحلول الكهرليتي





الشكل(2-1)

الالكترودات المستقطبة وغير المستقطبة :-.

اذا طبق جهد صغير بين الكترودين موضوعين في محلول كهرليتي فان طبقتي الشحنات المزدوجة الكهربائية الناشئتين علي السطحين المشتركين بين الالكترودين فان تيار ثابت يمكن ان لا يمر بينهما في بعض السطوح المشتركة بين المعدن والمحلول فان الطبقة المزدوجة الكهربائية قد تتبعثر بشكل لحظي بواسطة الجهد الخارجي المطبق .وبالتالي فان تيار صغير سوف يتدفق بعد التطبيق الاول .مشيرا الي وجود مقاومة عالية ويكون الالكترود كانه مكثف .هذا النوع من الالكترودات لا يسمح بقياس الكمون الثابتة او المتغيرة ببطء ويقال عندها انها الكترودات غير عاكسة او مستقطبة وبالتالي تؤثر ظاهرة الاستقطاب علي الطبقة

المزدوجة الكهربائية علي سطح الالكترود وهذا بالطبع يؤدي الي تغير قيمة الممانعة ومربع الجهد الممثلين لطبقة العبور .عندما يكون هناك تبادل حر للشحنة عبر السطح المشترك بين الالكترود والمحلول الكهرليتي فان الالكترود في هذة الحالة يسمي بالكترود غير المستقطب المعكوس .في هذة الحالة الطبقة المزدوجة الكهربائية لمعادن هذة الالكترودات سوف تسمح بمرور تيار لا بأس به عند تطبيق جهد صغير عليهم وهذا يشير بالطبع الي وجود مقاومة صغيرة بالتالي مع زوج من الالكترودات غير المستقطبة لن يكون هناك كمون دارة مفتوحة بينهما وسوف يكون الكمون المختلف الظاهر غير متغير نتيجة الاستقطاب .عند مرور تيار معين بين الالكترودين .

من المميزات الهامة المطلوبة في صناعة الالكترودات لالتقاط الاشارات الحيوية من العناصر البيولوجية هي ان تكون غير مستقطبة وهذا يعني ان كمون الالكترود ألا يتغير بشكل كبير حتي عند مرور تيار فيه.ومن الالكترودات شائعة الاستخدام الكترودات الفضة – كلور الفضةAg-Agcl وذلك لكون ادائها يصل بخصائصة الي خصائص الالكترودات غير المستقطبة يحتوي علي معدن Ag مغطي بطبقة ايونية قليلة الانحلال مركبة من المعدن Ag وايون سالب مناسب.cl يغمس التركيب الكلي في محلول كهرليتي يحتوي علي الايونات السالبة cl- وجود الطبقة الايونية Agcl قليلة الانحلال يجعل من هذة الالكترودات مستقرة نسبيا وذات ضجيج منخفض جدا وهذا يجعلها مناسبة للاستخدام في التطبيقات الطبية البيولوجية .

***الالكترودات البيولوجية الكهربية Bio electric electrodes:-**

هذة الالكترودات ذات انواع كثيرة ومختلفة ولكن عموما يمكن تقسيمها الي اربع انواع :-

1\الالكترودات السطحية الجلدية skin surface Electrodes

2\الالكترودات الميكروية micro electrodes

3\الالكترودات الابرية needle electrodes

4\الالكترودات المستخدمة للتنبية الكهربي للانسجة electrodes for electrical stimulation of tissue

***الالكترودات السطحية الجلدية skin surface electrodes:-**

باعتبار ان هذة الالكترودات تطبق علي الجلد من اجل قياس او تسجيل الكمونات البيولوجية من الجسم فان الشكل الكهربائي للسطح المشترك بين الالكترود والمحلول الكهرليتي السابق يجب تطويرة ليضم الطبقة الجلدية معه يبين الشكل \24-2\ المركبات الكهربائية الضرورية لوصف النموزج الكهربائي للالكترود –المحلول الكهروليتي للجلد .لقد وجد ان للطبقة الجلدية الخارجية مما نعة كهربائية تسلك سلوك دارة Rc كما في الشكل Re//ce\ اما الطبقة الجلدية الداخلية فهي بشكل عام تسلك سلوك مقاومة ص

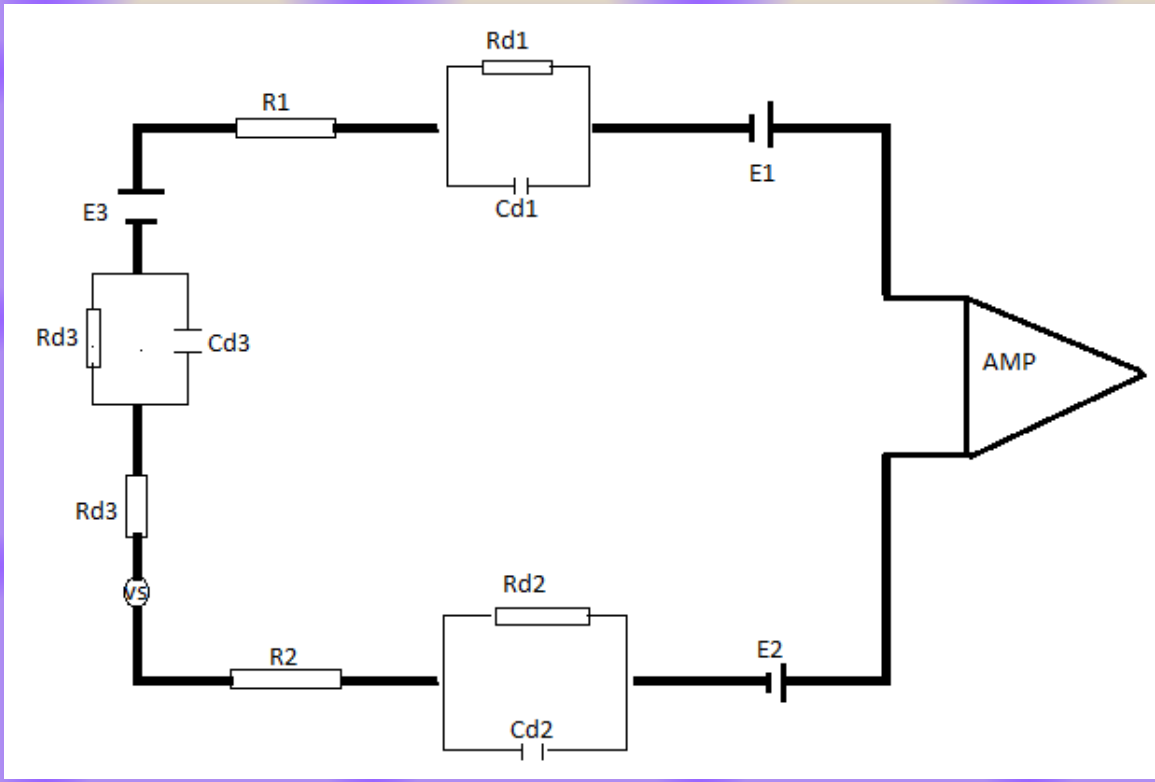
الشكل (2-2)الدارة الكهربائية المكافئة للالكترود السطحي للجلد.

هنالك ايضا تراكيب من c.pRp علي التسلسل مع منبع الكمون Ep تمثل جدار الغدد العرقية والافنية الخطط المتقطعة بالشكل السابق هذة المركبات غالبا ما تهمل عند استخدام الالكترودات البيولوجية الحيوية لقياس الاستجابة الكهروجلدية GsR.

نظرا لضرورة وجود الكترودين علي الاقل لتسجيل الكمونات البيولوجية من علي سطح الجسم لذلك يكون الوصف الكهربائي العام لهذا النظام كما في الشكل \2-25\ كما نري من الشكل ان هناك ثلاث منابع مستمرة للجهود ناشئة كما وجدنا من تشكل الطبقة مزدوجة الشحنة بين الالكترود والمحلول الكهروليتي وفرق التركيز بين طرفي الغشاء النصف نفوذ للطبقة الجلدية الخارجية .يعبر مولد الجهد البيولوجي المتغير عن الحادثة البيولوجية الكهربائية المقاسة من داخل الجسم .

اذا تحرك احد الالكترودات بالنسبة للمحلول الكهرليتي فان توزيع الشحنة علي السطح المشترك بين الالكترود والمحلول الكهروليتي سوف يتغير[يتبعثر] منتجا تغير سريع في كمون الخلية النصفي وبالتالي فان كمون مختلف سوف يظهر بين الالكترودين من خلال هذة الحركة .يسمي هذا الكمون بناتج الحركة motionartifact له تأثير كبير وجاد علي القياسات الكمونية الحيوية .بالاضافة الي

ذلك فان تحرك الالكترود سوف يوثر ايضا علي الكمون Ese الناتج بين الجلد والمحلول الكهروليتي .ولقد وجد ان التغيرات في الكمون Eseتمثل المصدر الاكبر الناتج عن الحركة في الالكترودات Ag-Agclوبالطبع يمكن انقاص هذا التاثير عن طريق الكشط الميكانيكي للجلد باستخام ورق كاشط ناعم تساعد هذة الطريقة في انقاص مركبة ممانعة الطبقة الخارجية .



الشكل(2-3) يوضح الدارة الكهربائية المكافئة لالكترودين موضوعين علي الجلد .

<u>الالكترودات السطحية الجلدية لها اشكال وانواع واحجام مختلفة ويمكن ان نميز الانواع التالية :-</u>

- الكترودات الصفيحة المعدنية metal –plate electrodes.

تتالف هذة الالكترودات من ناقل علي اتصال مع الجلد يظهر الشكل \2-26\ اشكال مختلفة لهذا النوع من الالكترودات يؤمن الاتصال الجيد مع الجلد باستخدام معجون كهروليتي ويتم تثبيتها علي الجسم بواسطة اما شريط لاصق او شريط بلاستيكي مطاطي .

(b) (a)

الشكل(2-4) يوضح الالكترودات الكمونية البيولوجية السطحية

a) الكترود الصفيحة المعدنية

b) الكترود القرص المدني .

❖ الالكترودات الماصة suction Electrodes:-

تستخدم هذة الالكترودات بشكل كبير مع راسمة القلب الكهربائية وهي عبارة عن اسطوانة معدنية مجوفة علي اتصال مع الجلد علي قاعدتها ولها طرف توصيل من جانبها وحبابة

مطاطية ماصة تلبس الي القاعدة الاخري.

الشكل ادناة يوضح تثبيت هذة الالكترودات علي الجلد بواسطة تفريغ الهواء علي سطح الجلد عن طريق الحبابة المطاطية .

الشكل (2-5) الالكترود المعدني الماص

❖ **<u>الالكترودات الطافية floating Electrodes:-</u>**

ينقص هذا النوع من الالكترودات التشوه الحاصل في الاشارة نتيجة الحركة يظهر هذا الشكل ادناه النوعين الشائعين من هذة الالكترودات .

النوع الاول القبعةtop-hat وفية يكون عنصر الالكترود او القرص المعدني غائر في تجويف بحيث لايكون علي اتصال مباشر علي الجلد .لكن يتم الاتصال عن طريق معجون كهروليتي يحيط بة ويملي التجويف لايتحرك بالنسبة للقرص المعدني .وهذا بدوره لا يسمح بتبعثر الطبقة المزدوجة من الشحنات يتم تثبيت هذا الالكترود بواسطة شريط لاصق ثنائي الوجة .

النـــوع الثـــاني:الكتـــرودات تســـتخدم مـــرة واحـــدة electrodes disposable:-

هو نفس الكترود الصفيحة المعدنية لكن مع وجود اسفنجة مشبعة بمحلول كهروليتي ومثبتة بشكل جيد .وهكذا نجد انة في هذا النوع من الالكترودات الطافية يتم تامين طبقة متوسطة من معجون كهرليتي بين الالكترود والجلد وبسبب تثبيت الاسفنجة علي القرص المعدني فان السطح المشترك سيكون مستقر نسبيا تستخدم هذة الالكترودات مرة واحدة فقط .

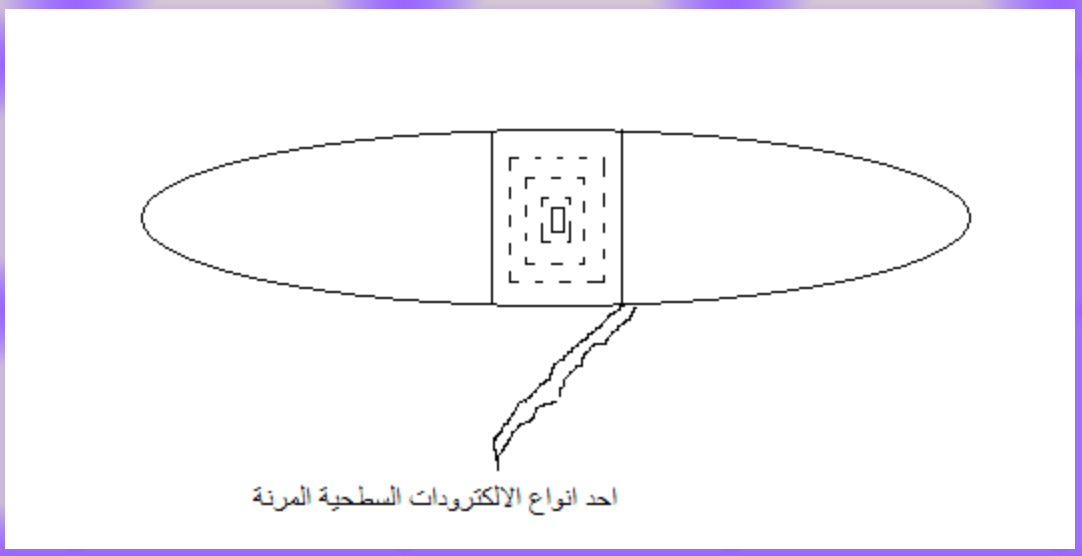
امثلة علي الكترودات الصفيحة الطافية :-

a) الكترود القبعةtop-hat.

b) المقطع العرضي للالكترود top-hat.

❖ الالكترودات المرنة flexible Electrodes:-

الالكترودات الموصوفة سابقا هي الكترودات صلبة .بالطبع هذه الالكترودات لا يمكن ان تاخذ شكل التغيير علي سطح الجسم وهذا قد يسبب ناتج حركي .لمنع هذه المشكلة تم تطوير نوع جديد من الالكترودات المرنة يبين الشكل احد انواع هذة الالكترودات وهو عبارة عن شبكة رقيقة جدا من اسلاك الفضة توصل الي سلك التوصيل وتوضع علي قسم اسفنجي رقيق .يوضع المعجون الكهروليتي علي شبكة الاسلاك ويطبق الالكترود كضمادة صغيرة .



الشكل(2-6) يوضح نوع من انواع الالكترودات المرنه

❖ الالكترودات الميكروية micro Electrodes:-

هذا النوع من الالكترودات لها رؤوس صغيرة جدا قابلة للدخول الي خلية مفردة لحصول علي قراءات من داخلها .يجب ان يكون راس الالكترود صغير .كفاية بحيث يمنع اي ايذاء للخلية اثناء الدخول .تنقسم هذة الالكترودات بشكل عام الي نوعين معدني وذات الممص الميكروي.

تتشكل الالكترودات الميكروية المعدنية باستخدام مادة كهروليتية لحفر رؤوس بالحجم المطلوب في سلك من التنجيستن tengestonاو الستانلس ستيل stainless steel.بعدها يتم تغطية السلك بمادة عازلة .

اما الالكترودات الميكروية المعدنية باستخدام ذات الممص الميكروي فهي عبارة عن ممص زجاجي ميكروي سحب راسه الي الحجم المرغوب \عادةmicroبالقطر\ يملى هذا الممص بعدها بسائل كهروليتي مطابق للمحلول الخلوي . لهذا النوع من الالكترودات سطحين مشتركين احدهم يحتوي علي سلك معدني علي اتصال مع المحلول الكهروليتي داخل الممص الميكروي بينما الاخر فهو عبارة عن السطح المشترك بين المحلول الكهروليتي داخل الممص والسائل الخارجي

- بسبب المساحات السطحية الصغيرة جدا فان هذة الالكترودات تمتلك ممانعة عالية من الميغا أوم لذلك فان مضخات ذات ممانعة دخل عالية جدا مطلوبة لتجنب التحميل في الدارة وانقاص تاثير التغيرات الصغيرة في ممانعة السطح المشترك.
- الالكترودات الابرية needle electrodes:-

تستخدم لانقاص ممانعة السطح المشترك وبالتالي ناتج الحركة وذلك عن طريق اختراق الطبقة الجلدية الخارجية .

يحتوي بعض من هذة الالكترودات علي اسلاك معدنية رفيعة جدا من النحاس او البلاتين يكون راسها علي اتصال مع المكان المراد اجراء القياس فيه.توضع هذه

الاسلاك في المكان المناسب اما بعمل جراحي او بواسطة ابر تحت جلدية تترك الالكترود السلكي في مكانه عند سحبها .

- الالكترودات المستخدمة للتنبية الكهربائي للانسجة:-

هذا النوع من الالكترودات يتبع نفس النظام العام لالكترودات التسجيل السطحية لكنهم يختلفون عنهم في ان تيارات من رتبة الملي امبير تعبر السطح المشترك بين الالكترود والمحلول الكهروليتي ومن الجهاز الي الجسم .في هذا النوع من الالكترودات .

- الالكترودات [محولات الطاقة electrode transducers]

هي الاداة التي تحول الكمية المراد قياسها [الكمونات الكهربائية الحيوية] الي خرج كهربائي مناسب قابل للقياس .

اسلاك التوصيل والالكترودات Leads and electrodes

يمكن وصل الالكترودات التي تقدم نبضات التنبية علي الجدار الخارجي او الداخلي للقلب .تسمي الالكترودات التي توصل الي الجدار الخارجي لعضلة القلب باسم الالكترودات للعضلة القلبية nodocardio electrodes.

.

(الشكل2-7) الكترود العضلة العضلة القلبية الخارجي نوع الحلقة

تحتوي قمة الالكترود علي راس من البلاتين يوضع في حفرة صغيرة في البطن بعد فترة من الزمن ينمو النسيج خلال الحلقة مؤديا الي وصل قمة الالكترود الي جدار القلب .

(الشكل 2-8)

الالكترود القلبي الداخلي احادي القطبية

يزود الالكترود بميكانيكية خاصة لتشهية علي العضلة القلبية من الداخل ثم يوصل الالكترود بواسطة اربع اسلاك من النيلون تسقط من راس الإلكترود.

تدخل الالكترودات القلبية من خلال وريد مناسب ويفضل الوريد (الوحاجي) وتدفع مباشرة الي القلب المفتوح كما هو الحال عند استخدام الالكترودات العضلة القديمة .

عادة يستخدم نوعين من الانظمة الالكترودية ثنائي القطبية bio polar واحادي القطبية union polar في النظام الاحادي القطبية .يوضع الكترود واحد منبه داخلي القلب او علي عضلة القلب اما الالكترود الثنائي \الالكترود الحيادي indifferent electrodes فيكون بشكل صفيحة معدنية كبيرة موصولة الي مولد النبضات .يكون الالكترود الحيادي عادة اكبر بكتير من الكترود الضبط الخطوي .

يتدفق التيار في هذة الحالة بين الكترود الضبط الخطوي في القلب والالكترود الحيادي عن طريق نسيج الجسم . تنظم البطاريات في هذا النظام من الوصل الاكترودي بحيث يكون الكترود الضبط الخطوي [سالب] {مهبط]والالكترود الحيادي موجب [مصعد]

في النظام الالكترودي ثنائي القطبية يكون كل الكترودين تقريبا بنفس الحجم ويوضعا اما داخل القلب او علي جداره وبتدفق التيار بين الاكترودين يوصل مولد النبضات بحيث يكون الالكترود البعيد في قمة الغطاء سالب والالكترود الخلفي القريب موجب .لكل من نظامي الوصل الالكترودي السابقتين مسائه ومحاسنه .

تضمن اسلاك التوصيل احادية القطبية التقليدية المستخدمة للتنبية الدائم للقلب علي جزئين رنين :الالكترود وسلك الوصل يصنع الالكترود القلبي السالب المناسب من معدن البلاتين –الابريديوم \pt-tr\ الذي يوضع في قمة الغطاء .وله طول يساوي 2mmوقطر يساوي 3mm .توصل قمة الغطاء هذه الي سلك توصيل ملفوف ومغموس بشكل كامل بمادة من السيلكون المطاطي .القطر الخارجي للسلك يساوي 3mm .وطولة يمكن ان يصل الي 12cm يعطي الشكل الحلزوني للقلب السيلكوني المطاطي ميكانيكية ممتازة وصلابة لسلك التوصيل الفعالة من معدن خليط من البلاتين –الاريديوم ذلك تجنبا للاذي الذي قد يصيبها نتيجة المحلول الكهروليتي لسوائل الجسم .نظرا لاستخدامها لفترة طويلة من الزمن .

عند استخدام نواظم الخطي ذات الطلب فان تحسس الاشارة الطبيعة يكون افضل باستخدام النظام الالكترودي احادي القطبية وذلك بسبب المسافة الكبيرة بين الاكترودات –الاخفاق في تحسس اشارات القلب الطبيعية يمكن مصادفته بشكل اكبر في النظام الالكتروي ثنائي القطبية حيث تكون المسافة بين الالكترودين صغيرة جدا .وتعتبر هذه الحالة مشكلة في التنظيم الخطوي المؤقت من ناحية اخري يعتبر النظام الاحادي القطبية لسوء الحظ افضل في التقاط الاشارات الكهربائية الخارجية خاصة تلك التي لها ترددات منخفضة بالتالي التداخل من قبل الاشارات الكهربائية المولدة خارج الجسم عن طريق الاجهزة الكهربائية .

يمكن ان يكون اكثر شيوعا في نظام الاكترودات احادية القطبية اما بالنسبة للترددات العالية فلا يوجد في الحقيقة اي اختلاف بين نظامي الالكترودات احادية القطبية وثنائية القطبية .

من السهل مشاهدة النبضات الشوكية علي مخطط الفعالية الكهربائية القلبية الناتجة عن مولد النبضات في النظام الاكترودي احادي القطبية بسبب مطالها الكبير في النظام احادي القطبية يمكن استخدام(قثطار) ذو قطر صغير وهي احدي محاسن هذا النظام كذلك يمكن لهذا النظام ان يتجنب امكانية حدوث المضاعفات الناشئة عن الارتعاش العضلي او التداخلات الناشئة عن الكمونات العضلية اما محاسن النظام الاكترودي ثنائي القطبية فتكمن في وجود الاكترودين في القلب بالاضافة الي القصات لاتاثير للتدخلات{التشويش]الكهربائي الخارجي

***اسلاك التوصيل التي لاتحتاج الي تخطيط suture less cads.:-**

لاتحتاج اسلاك توصيل العضلة القلبية من هذا النوع الي تخطيط او قطب جراحية من اجل وضع الالكترودات في مكانها .لاتاخذ الالكترودات في مكانها اسلاك توصيل التي لا تحتاج الي تخطيط شكل برغي لولبي يدخل الي العضلة القلبية بشكل دقيق يوضع سلك التوصيل علي زراع خاصة من اجل تدويره باتجاه العضلة القلبية ويتم تحرير سلك التوصيل والالكترود الي العضلة

القلبية هو اقل من الايذاء المرافق لاستخدام الانواع الاخرى من الالكترودات العضلة القلبية ممايننتج تكلفة قليلة حول قمة الالكترود .

يمتلك هذا النوع من الالكترودات عمق ادخال مساوي 3-5mm ومساحة سطحية يساوي تقريبا 6-6mm \cp model 4312\10mm2\Medtronic model69A\ والتي هي اكبر من الانواع الاخري من الالكترودات تسبب المساحة الكبيرة للسطح الالكترود مشاكل تحسس اقل السلك متوفر بطولين 54oR35cm يصنع الالكترود من البلاتين 70% و الاريديوم 30% مما يعطي سطح قوي ومقاوم للتاكل ينشر هذا النوع من الالكترودات الكمون علي سطح كبير ويؤمن اتصال قوي جيد بين الالكترودات والنسيج يغلف راس الالكترود والسلك بمطاط سليكوني متوافق بيولوجيا .

<u>*هنالك ايضا السلك الشوكي من اجل التطبيقات الوريدية الداخلية -:</u>

يتعلق اداء وحياة الخدمة لنظام الضبط الخطوي القلبي جزئيا بالسلك المختار .لزيادة فترة حياة الخدمة يجب ان تكون مساحة سطح الالكترود التنبية اصغر ما يمكن بدون ان يؤثر ذلك علي قدرتها التحسسية .بالطبع سيزيد ذلك من ممانعة النظام السلكي مما يقتضي تيار الخرج المطلوب لاداء التاثير المناسب .يقوم الالكترود في نواظم الخطي ذات القلب بوظيفتين:

الاولي هي تحسس الفعالية الكهربائية القلبية .

الثانية فهي القيام بعملية تنبيه القلب اي انزياح في موضع الالكترود يؤدي الي نقص في مطال موجي بالتالي نقصان في معدل الميل slew ale [معدل تغير الجهد مع الزمن]

يحتوي مضخم اشارة القلب في ناظم الخطى علي مرشحات تحرير حزمة وذلك للتغيير بين موجةRوموجةTوبناء عليه فان موجات R التي لها معدل ميل اصغر سوف تصنف ايضا ،اي ان الموجة R التي يتجاوز مطالها المجال التحسسي لموجة Rالمضخم لن يقوم با لتقاطها الكترود تحسس له ممانعة خاصة مرافقة الدرجة التي تؤثر بها الممانعة على ناظم الخطى تتعلق بنسبة ممانعة الدخل للمضخم الي الممانعة التحسسية بشكل عام تملك معظم نواظم الخطى دخل مساوية الى 20kn او اكبر اي ممر تسريب بين اطراف نواظم الخطى سوف يؤدي الى انقاص ممانعة الدخل على سبيل المثال ممر التسريب المكافئ 2kn بين اطراف ناظم الخطى سوف يؤدي الي انتاج ممانعة دخل مساوية 1800n الكترود والمساحة السطحية الصغيرة مع ممانعة تحسس مساوية 2-5kn سوف تؤدي الى تصنيف في مطال موجة R بنسبة مساوية 58%ِ بالتالى الالكترودات ذات المساحة السطحية الصغيرة و التي تملك ممانعة تحسس كبيرة سوف تملك تاثير اصغر وذلك في حال كون ممانعة الدخل للمضخم عالية مما يسمح باهمال ممانعة التسريب .

*انظمة التوصيل في اجهزة تسجيل الفعالية الكهربائية القلبية

Electro cardiograph lead systems

عند التقاط الشعاع القلبي في المستوى الامامي فان مركباته في المستوى تقاس عادة على محاور بينها B هذا الاصطلاح استخدم كمقابل لاستخدام الجملة المتعامدة المستخدمة لتمثيل الاشعة في الهندسة والعلوم الاساسية .المثلث المشكل من الاشعة الثلاث بزوايا .. Bيعرف باسم مثلث بتهوفن وذلك نسبة الى الطبيب الهولندي ويليم بتهوفن .

ا. فكرة اسقاط الشعاع القلبي على محاور ..B سمحت لبنتهوقن باستخدام الاطراف كمكان وصل لنظافة الالكترود .والمصطلحات التي وضعها مايزال يستخدم لهذا اليوم .والعلاقة الشعاعيةEcg تعطي بقانون بتهوفن الذي يقول ان المجموع الشعاعي لمسقط الشعاع القلبي في اي لحظة زمنية .بشكل متفق عليه وضع من قبل ابنتهوفن فان التوصيلات الثلاث المستخدمة في المستوى الامامي تسمى باقتباس او توصيلات 3-2-1- اوتسمى بالتوصيلات ثنائية القطبية وذالك لان التسجيل يتم باستخدام الكترودين بحيث ان الاثر الكموني يوافق اختلاف الكمون الكهربائي بين هذين الالكترودين .ففي الاقتباس 1 يقاس اختلاف الكمون بين الالكترودين الموضوعين على اليد اليسرى ’ وفي الاقتباس 2 يقاس اختلاف الكمون بين الالكترودين الموضوعين

على اليد اليمنى و الرجل اليسرى .اختلاف الكمون المقاس في كل التوصيلات السابقة يكون بين الكترودين بالنسبة لالكترود ثالث او نقطة مرجعية على الجسم هذه النقطة وبشكل متفق عليه اخذت على الرجل اليمنى فان التسجيل في هذا النظام يتم باستخدام ثلاث الكترودات في كل مرة بحيث يبقى الالكترود الموصول مع الرجل اليمنى موجود دوما .كما وجدنا سابقا فان الاقتباسات الثلاث تقوم بتسجيل الاختلاف في الكمون الكهربائي الناتج عن فعالية القلب الكهربائية بين نقطتين من على الجسم .غالبا ما يظهر هذا الجهد التغيرات الصغيرة بين النقطتين بدلا من اظهار جهد كل نقطة على حدا.بالتالى يمكن الحصول على دقة افضل اذا تم تسجيل كمون الكترود وحيد علاوة على ذلك اذا وضع الالكترود على الصدر قرب القلب فاننا نستطيع التقاط كمونات اكبر من الكمونات العادية المأخوذة عن طريق الاطراف.

اذا كان كمون الالكترود وحيد (وحيد القطبية) هو المراد تسجيله فمن الضروري ان يكون هناك الكترود مرجعي ذو كمون ثابت بشكل عملي ثم الحصول على الالكترود المرجعي عن طريق جمع عدد من الالكترودات الى بعضها بنقطة واحدة وهكذا تم استخدام نظامي توصيل الطرفية والتوصيلات الصدرية

<u>*جهاز قياس الفعالية الكهربائية الدماغية Electroencephal graph</u> .

هو الجهاز المستخدم لقياس الفعالية الكهربائية الدماغية وذلك بوضع الكترودات في اماكن خاصة على الجمجمة .

اذا تم تطبيق تنبيه خارجي على منطقة حسية للدماغ فان ذلك سوف يؤدي الى انتاج كمون كهربائي يعرف باسم (الكمون المثار)الكمونات المسجلة من على سطح الدماغ هي الاستجابة التكاملية لعمل العديد من الخلايا مطال الكمونات المثاره هو 10MR الكمونات المثاره بشكل عام تتركب فوق الفعالية الكهربائية الدماغية الطبيعية لذلك من الضروري عند قياس الكمون المثار ازالة اشارة الEEG عن طريق تقنية اخذ المتوسط .

الكترودات الEEG اصغر بالحجم من الكترودات ECG ويمكن ان توضع بشكل منفصل على الجمجمة .او بشكل حزم خاصة توضع على راس المريض في كلتا الحالتين يتم استخدام جل الكترودي لتحسين الوصل الكهربائي يمكن ايضا استخدام الكترودات تحت جلدية (ابرية) التي تفيد في انقاص الضجيج الناتج. تعطي الكترودات الEEG ممانعة وصل جلدية عالية ؛ لذالك يتم تصميم المضخم الاول بحيث يملك ممانعة دخل ذات قيمة عالية جدا .

يمكن تسجيل الEEG عن طريق التقاط الكمون المتغير بين الكترود فعال على الجمجمة بالنسبة الى الكترود مرجعي موضوع على شحمة الاذن او في اي مكان اخر من الجسم .يسمى هذا النوع من التسجيل بالتسجيل احادي القطبية ومن ناحية اخرى يعتبر التسجيل ثنائي القطبية اكثر شيوعا حيث يتم فيه تسجيل اختلاف الكمون بين الكترودين موضوعين على الجمجمة تنجز مثل هذه التسجيلات باستحدام جهاز تسجيل الفعالية الكهربائية الدماغية متعدد الاقنعة

*تكون الاشارة الملتقطة عادة من الالكترودات السطحية صغيرة مقارنة مع اشارة EEG ويمكن ان تكون مرتبة عدة مئات من الميكروفولت ولكن القيمة التقليدية لها هي بحدود50mv قمة الى قمة.

<u>*جهاز تسجيل الفعالية الكهربائية العضلية .Electromyo graph</u>

يتم تسجيل الEMG باستخدام الكترودات سطحية وغالبا يستخدم الكترودات ابرية تدخل مباشرة الى العضلة .الالكترودات السطحية يمكن ان تكون من النوع ذو الاستخدام مرة واحدة او تلك التي يمكن استخدامها بشكل متكرر .تلتقط هذه الالكترودات الكمونات الناتجة عن تقلص الياف العضلات ؛ حيث بعدها تضخيم و اظهار الاشارة على شاشة انبوب اشعة مهبطي كما يمكن تطبيقها ايضا على مضخم صوتي موصول مع الجهاز .يستطيع قارئ الEMG ذو الخبرة تشخيص الاعتلالات العضلية المختلفة ذلك عن طريق التنصت الى الاصوات الناتجة عن تغذية الكمونات العضلية الى الجهاز .

يتعلق مطال اشارات الEMG بعوامل عديدة كنوع ومكان الالكترودات المستخدمة و درجة التقلص العضلي .تلتقط الالكترودات الابرية التي هي على اتصال مع ليف عضلي وحيد جهود شوكية ؛ بينما تلتقط الالكترودات السطحية العديد من الشوكات الملتفة على بعضها البعض منتجة فعالية جهدية متوسطة تتراوح الاشارة التقليدية لEMG من0o1too-5mv ويمكن ان يحتوى على مركبات ترددية تمتد حتى 10Kz

مثـل هـذه الاشــارة ذات التـرددات العاليـة لايمكـن تسـجيلها بالسـجلات القلميـة التقليدية لذلك يتم عادة اظهارها على شاشة.

الباب الثالث

المكبرات

الباب الثالث

مكبرات العملياتAmplifier Operation

مقدمة:-

في عام 1940 م عند إبتكار الكمبيوتر التناظري كانت الحاجة ماسه لمكبر له كسب عالي وآداء ممتاز لإجراء العمليات الحسابية مثل :-

الجمع والطرح والتفاضل والتكامل الامر الذي ساعد علي ابتكار مكبر العمليات وكانت مكبرات العمليات في بادئ الامر تبني من الصمامات التي كانت تشغل حيزا كبيرا ولكن مع اكتشاف الترانزستر اصبحت مكبرات العملياتMODULES ( ) ابسط واصغر وأصبحت تتواجد في صورة موديلات وهذه الموديلات عبارة عن صندوق صغير يحتوي علي جميع مكونات مكبر العمليات ولكن مع تطور تكنلوجييا اشباه الموصلات امكن تصنيع مكبرات العمليات في دائره متكاملة واحدة .

وفي هذه الايام اصبحت مكبرات العمليات متوفرة في الاسواق بكثرة وباسعار زهيده تقترب من اسعار الترانزستورات.

مكبرات العمليات المثالية والحديثة:-

اهم المواصفات الفنية لمكبر العمليات المثالي هي:-

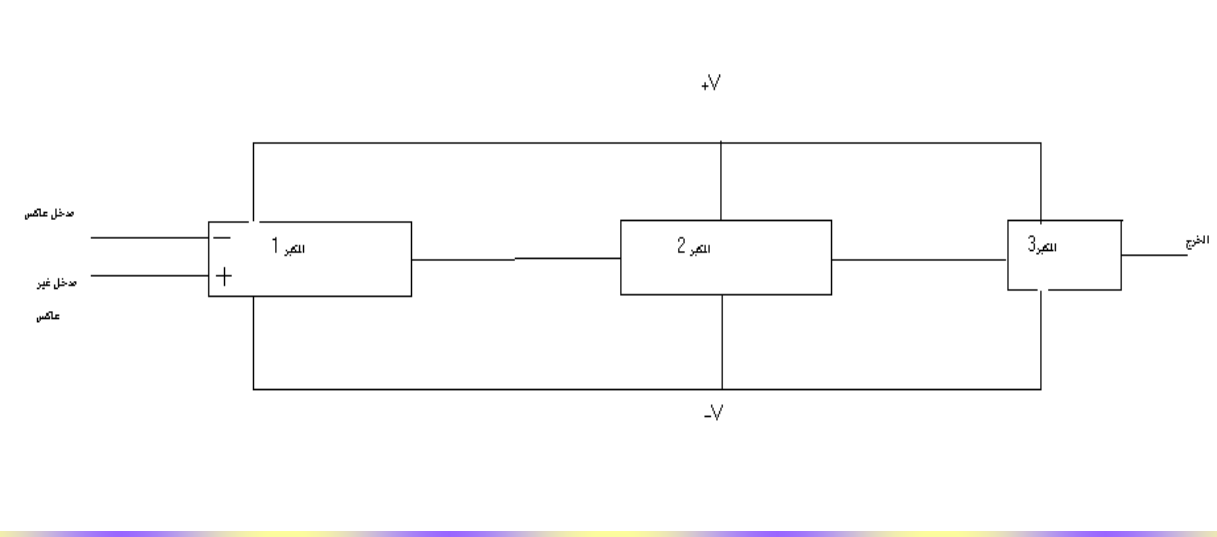
- تكبر لا نهائي:- فاقل تغير في الدخل يجب ان يقابله تغير لانهائي في الخرج.
- خرج صفري يقابل الدخل الصفري.
- معاوقة لا نهائية للدخل:- ان تكون القدرة المسحوبة في الدخل منعدمة.
- معاوقة صفرية للخرج:- فيجب الا يتغير جهد الخرج عندما تنخفض مقاومة الحمل للصفر.

- عرض حزمة ترددات لانهائية.
- لايتاثر بتغيير جهد مصدر القدرة او تغيير درجة الحرارة.

وبالرغم من ان مكبر العمليات المثالي لم يصنع الي الان الا ان تكنولوجيا اشباه الموصلات استطاعت ان تصل بخواص مكبرات العمليات الي مواصفات تقترب من تلك الخاصيه بمكبر العمليات المثالي.

خواص مكبرات العمليات الحديثة المتوفرة في الاسواق:-

- كسب عالي جدا للجهد المستمر يصل الي (10:10).
- عرض حزمة ترددات يبدأ عند التيار المستمر DC وينتهي عند الكسب.
- جهد خرج موجب او سالب يتراوح مابين+10V+100v
- معاوقة دخل كبيرة بحيث يكون تيار الدخل مكملا.
- حيود قليل جدا للخرج عند تغيير درجة الحرارة.



الشكل(1-3) **المخطط الصندوقي في مكبر العمليات**

<u>نلاحظ إن مكبر العمليات يتكون من :-</u>

- مكبر رقم 1 وهو تفاضلي له مقاومة دخل كبيرة وله مدخلات احدهما ياخذ اشارة سالبة ويسمي مدخل عاكس والاخر اشارة موجبة يسمي مدخل غير عاكس.
- مكبر رقم 2 وهومكبر جهد له معامل كسب كبير.
- مكبر رقم3 وهو مكبر بمقاومةخرج صغيرة .

<u>دوائر متكاملة العمليات في ثلاث صور مسطة:-</u>

- دوائر متكاملة مبططة Flat package.
- دوائر متكاملة في شكل اسطوانة معدنية Metal cane package.
- دوائر متكاملة في شكل شريحة بصفين Dual in line(DIL).

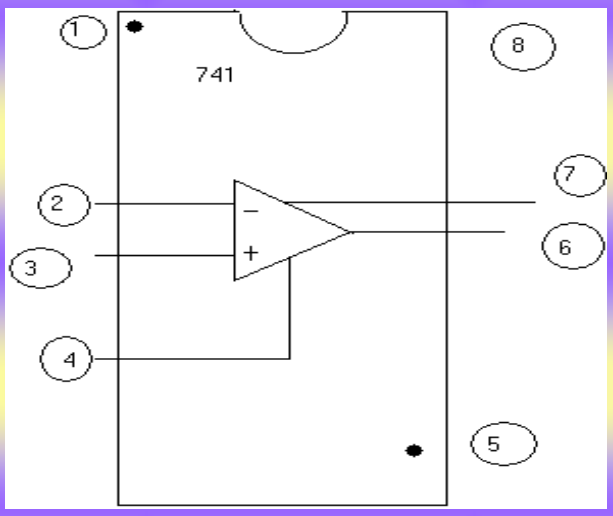
<u>التركيب النائي لمكبر عمليات طراز (741):-</u>

ويلاحظ ان عدد الترانزستورات المستخدمة في بناء مكبر تساوي 20ترانزستور بالاضافة الي عشرة مقاومات ومكثف،الدائرة يصعب تنفيذها باستخدام عناصر مستقلة ولكن لحسن الحظ امكن تجميع هذه العناصر في شريحة متكاملة واحدة.

التعريف بوظائف ارجل مكبر العمليات طراز (741):-

- الرجل(1)تستخدم لضبط الخرج عند الصفر.
- الرجل(2)تمثل المدخل العاكس.
- الرجل(3)تمثل المدخل الغير عاكس.
- الرجل(4)توصل بالجهد السالب للمصدر ويساوي 15V-.

- الرجل(5)تستخدم لضبط الخرج عند الصفر او التصفير.
- الرجل(6)تمثل الخرج.
- الرجل(7)توصل بالجهد الموجب للمصدر ويساوي 15V+.
- الرجل(8)غير مستخدمة.

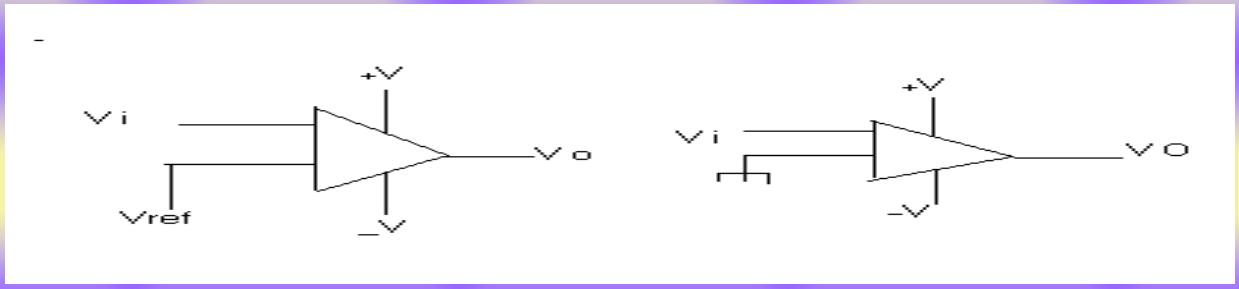


الشكل(2-3) يوضح استخدام الاطراف في مكبر العمليات

خواص مكبر العمليات:-

التشغيل بالحلقة المفتوحة والحلقة المغلقة:-

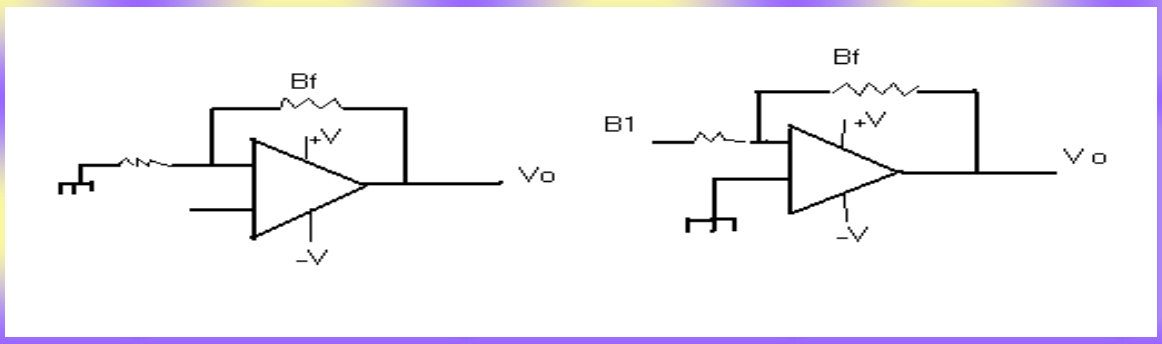
ان مكبر العمليات بدون تغذية مرتده يسمي بالحلقة المفتوحة حيث يتم تكبير اشارة الدخل الصغيرة لتصبح اشارة الخرج كبيرة جداً نتيجة للكسب الكبير لمكبر العمليات.



الشكل(3-3) يوضح التشغيل بالحلقة المفتوحة

في الشكل (3-3) استخدام مكبر العمليات في مقارنة إشارة جهد الدخل Vi بجهد الارضي و جهد اشارة الدخل Viبالجهد الاساسي Vref.

إن مكبر العمليات بالحلقة المغلقة الدخل من المدخل العاكس او المدخل الغير عاكس حيث تكون تغذية المخرج الي المدخل العاكس.

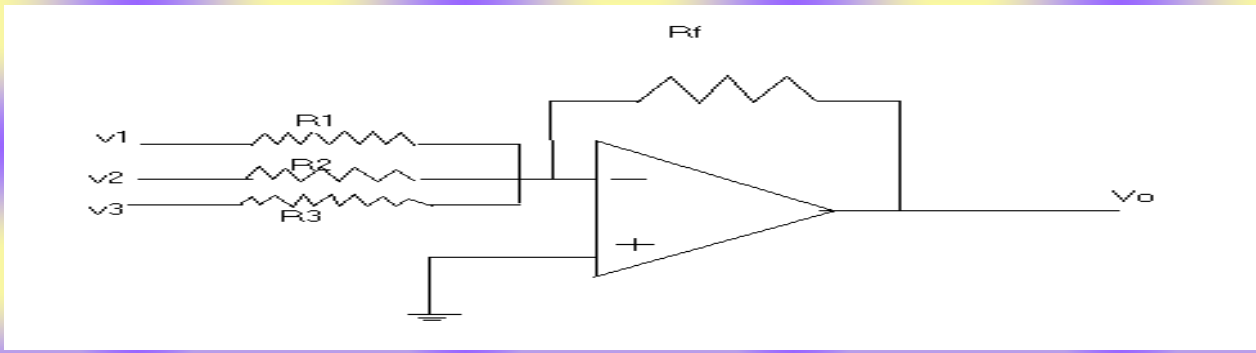


الشكل(3-4) يوضح التشغيل بالحلقة المغلقة

<u>The summing op-amp-:دائرة المكبر الجامع والعاكس</u>

يعتبر المكبر الجامع العاكس هو احد تطبيقات المكبر العاكس ويجري المكبر الجامع عملية جمع لجهود الدخول المختلفة ولكن مع عكس الاشارة .

الشكل السابق يوضح دائرة مكبر الجامع العاكس بثلاثة مداخل فقط بالطبع يمكن زيادة عدد المداخل حسب الاستخدام لاي عدد من المداخل نحصل علي قيمة جهد الخرج.

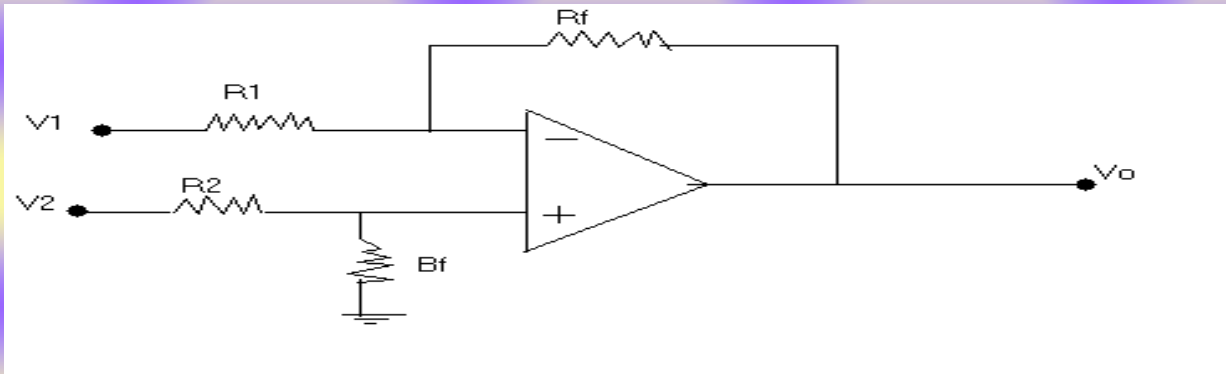


الشكل (3-5) يوضح دائرة المكبر الجامع العاكس

دائرة المكبر الفرقي (الطارح):-

الاشارة الداخلة تدخل علي احد طرفي الدخل لمكبر العمليات اما اذا سمح لاشارتي دخل بالدخول معاً علي مدخلي مكبر العمليات يسمي المكبر في هذه الحاله بالمكبر الفرقي(الطارح)

يعرض دائرة المكبر الفرقي ويمكن الحصول علي قيمة جهد الخرج للمكبر الفرقي vo



الشكل (6-3) يوضح دائرة المكبر الفرقي(الطارح)

ان المقاومة الموصلة بين المدخل غير العاكس والارضي تقوم بضبط أي او مساواتهما V1،V2حيود للخرج عن الصفر في حالة تساوي الجهدين للصفر،فان دخلت اشارة علي المدخل العاكس يسمي المكبر بالمكبر العاكس واذا دخلت اشارة الدخل علي المدخل الغير عاكس يسمي بالمكبر غير العاكس

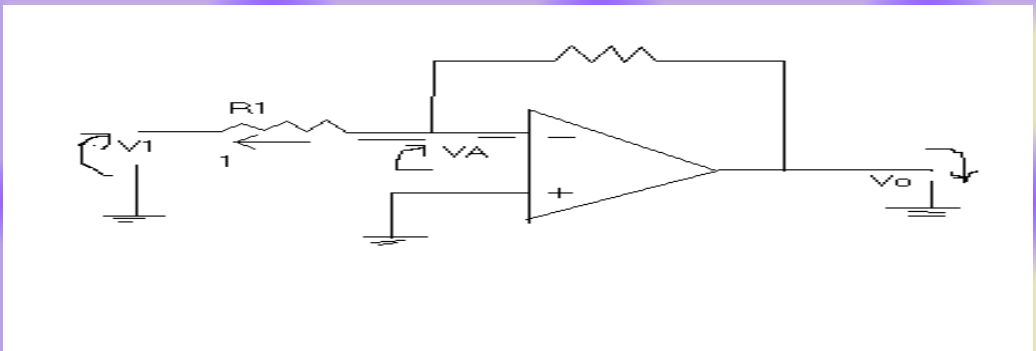
الدوائر الاساسية لمكبرات العمليات:-

لمكبرات العمليات يكون كبيرا Avo ان معامل تكبير الحلقة المفتوحة ويصل الي 200000،فان مكبرات العمليات عادة لاتستخدم في الحلقات المفتوحةClosed loop ولكي يكون ،ولكن تستخدم في حلقات مغلقة المكبر في حالة استقرار فان هذا الغلق يتم بواسطة تغذية خلفية سالبة وذلك من المخرج الي المدخل العاكس، ويوجد Negative Feed Back عدة دوائر اساسية لمكبرات العمليات.

دائرة المكبر العاكسInverting Amplifer-:

بقاومة التغذية RF الشكل يعرض دائرة مكبر عاكس وتسمي المقاومة فهي مقاومة توالي وتوصل بين المدخل السالب R1الخلفية اما المقاومة (-) للمكبر واشارة الدخل المطلوب تكبيرها ،ونحصل علي معامل كسب الجهدAV: من المعادلة

AV = VO\V1 = -RF\R1



الشكل(7-3)يوضح دائرة المكبر العاكس

دائرة المكبر الغير عاكسNonInverting Amplifer -:

دائرة مكبر غير عاكس ويلاحظ ان اشارة الدخل يسمح لها بالدخول علي المدخل غير العاكس للمكبر (+)

معادلة كسب الجهد للمكبر غير العاكس:-

AV = vo\vi = 1+ RF\R1

دائرة مكبر الوحدةUnity Follower -:

Voدائرة مكبر وحدة غير العاكس ويتميز مكبر الوحده بان جهد الخرج في القيمة والقطبية لذلك سمي مكبر Viيساوي تقريبا جهد الدخل الوحده ، يستخدم مكبر الوحده عادة في العزل

معادلة كسب الجهد لمكبر الوحدة:-

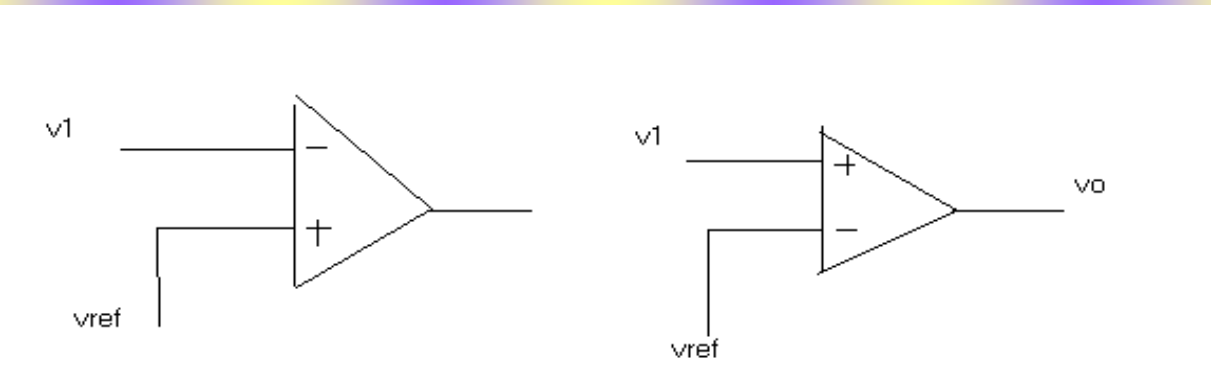
AV = vo\vi = 1

Voltage compartor -: دائرة مقارن الجهد

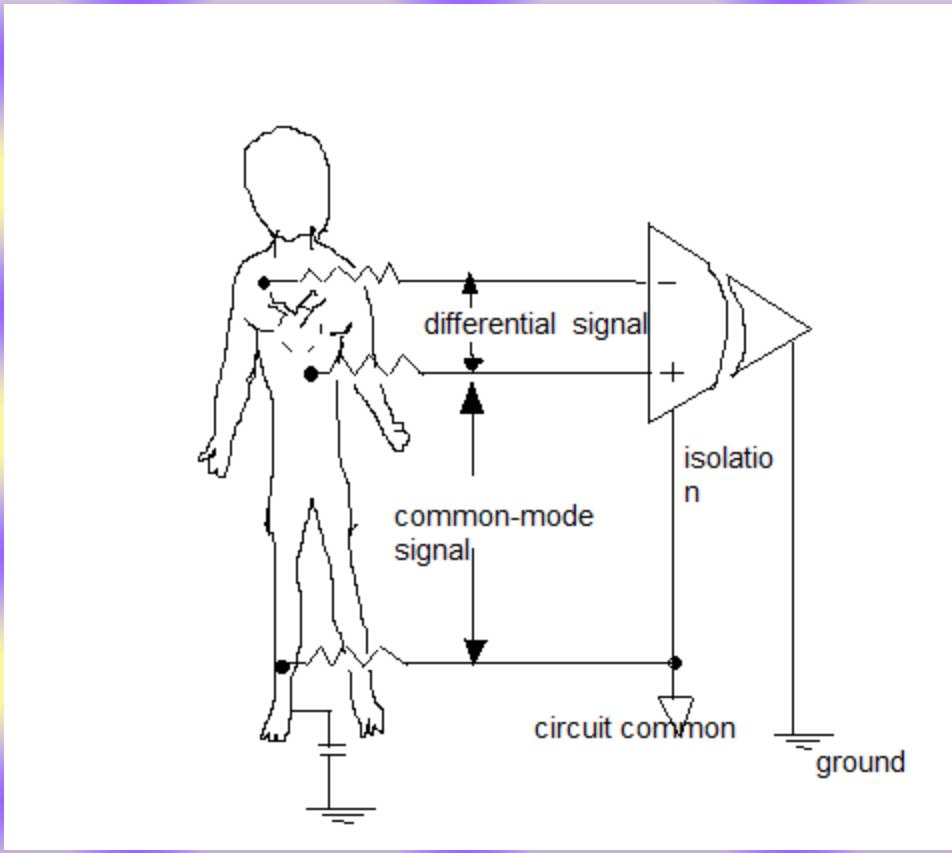
يوجد نوعان من دوائر مقارنات الجهد وهما:

- دائرة مقارن الجهد العاكس.
- دائرة مقارن غير العاكس.

والشكل (3-8) يوضح مقارن جهد بسيط غير عاكس (ا) ومقارن جهد بسيط غير عاكس (ب)ويسمي المقارن بمقارن عاكس عند دخول اشارة الجهد علي المدخل العاكس في حين يسمي بمقارن غير العاكس عند دخول اشارة الجهد علي المدخل غير العاكس.



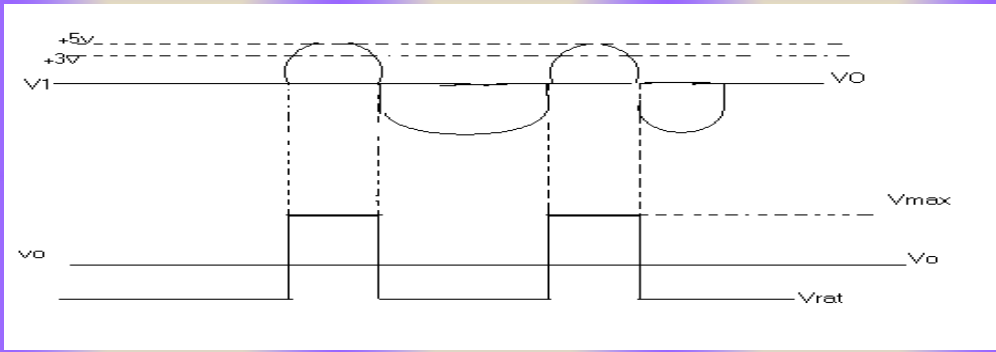
الشكل(3-8)يوضح مقارن جهد بسيط غير عاكس



الشكل (3-9) يوضح دائرة المكبر المقارن موصلة علي جسم مريض

حيث ان معامل الكسب لمكبر العمليات التي يعمل في حلقه مفتوحه كما هو الحال في مقارن كبير جدا لذا فان جهد الاشارة بالملي فولت له يكفي لتشبع المكبر لذا فان خرج مقارن الجهد دائما جهد التشبع 0 وفي حالة قيام المقارن بمقارنة اشارة جهد مع (Vsat +موجبا او سالبا جهد ارضي)فانه يسمي بكاشف عبور الصفر حيث يتغير حالة خرج V

المقارن عند عبور جهد الدخل بالصفر، فاذا افترضنا ان مقارن غير عاكس يقارن موجه جيبيه جهدها الاقصي 5V بجهد اساسي يساوي + 3V فان شكل موجه الدخل وموجه الخرج المتوقعه موضحه بالشكل (3-10):-

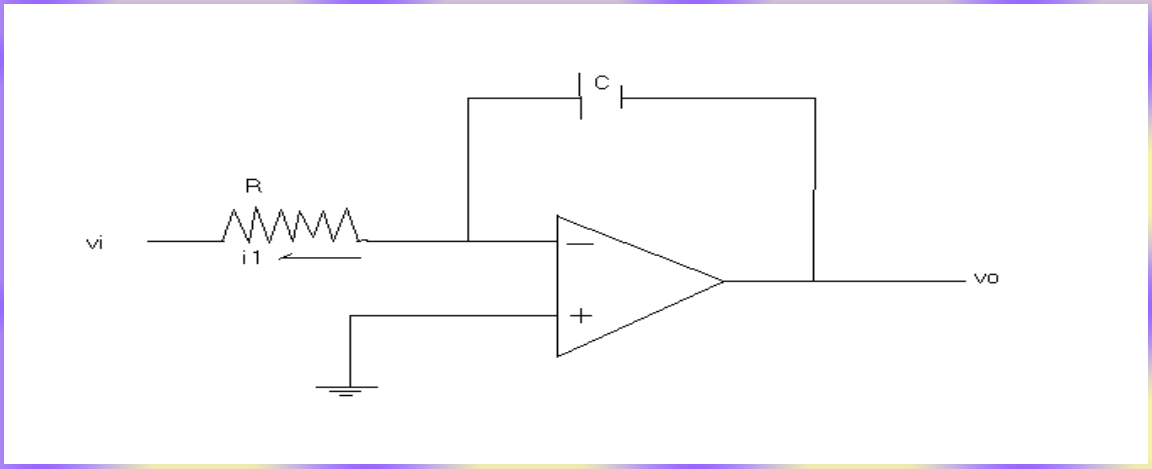


الشكل (3-10) يوضح شكل موجة الدخل وموجة الخرج المتوقعه

فان خرج المقارن يكون 3v+ويلاحظ انه عندما يكون جهد الدخل اكبر من v rat+ مساويا فان خرج المقارن 3v+ وعندما يكون جهد الدخل اصغر من تقريبا عندما يكون 3v-او3v+ تساوي v rat علما بان v rat–يكون مساويا 15v+جهد مصدر القدره.

دائرة المكبر المكاملIntegrator-:

تعرف عملية التكامل بانها جمع قيم اشارات الدخل خلال فتره زمنيه معينه دائرة المكبر المكامل تشبه دائره المكبر العاكس والاختلاف يكون في المكبر العاكس استبدلت بالمكثفBfفي ان مقاومه التغذيه الخلفيه



الشكل (11-3) يوضح دائرة المكبر المكامل

توصل مقاومه بالتوازي مع المكثف لدائرة المكبر المكامل للأسباب التالية:-

- منع المكبر من تكامل الجهود المستمرة حتي ولو كانت صغيرة والتي قد تؤدي لفقدان الدائرة لصفة التكامل.
- المحافظة علي معامل الكسب الذي لايقل عن (RA\R1) عتد الترددات المنخفضة حيث ان:-

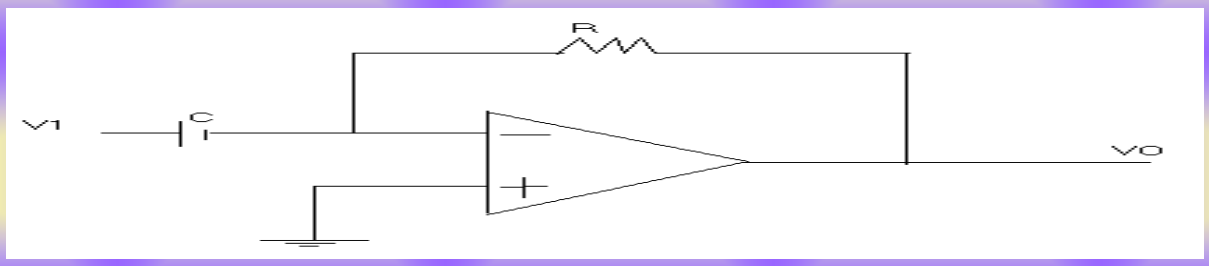
RA المقاومة الموصلة مع المكثف علي التوازي=

R1 مقاومة الدخل =

دائرة المكبر المفاضل The differentiator-:

وهي تشبه دائرة المكبر المكامل مع تبديل وضع المكثف والمقاومة

Vo = -Rc dvi\dt



الشكل (3-12) يوضح دائرة مكبر مفاضل

للمحافظة علي C علي التوالي مع المكثف Rsوعادة توصل مقاومة الكسب في الترددات العالية مساويا (Rc\Rs –)

دائرة مكبر القص Clipping -:

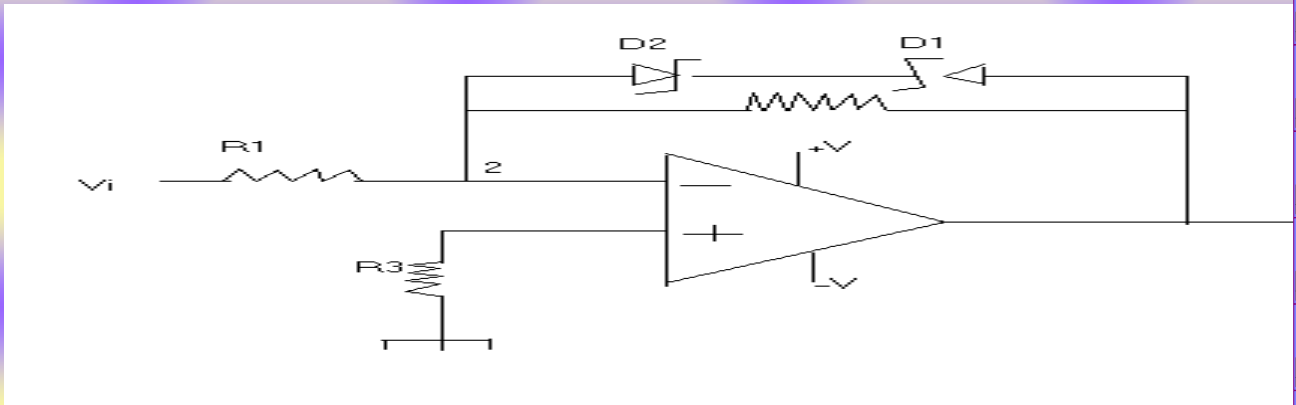
دائرة مكبر القص حيث يعمل مكبر العمليات كمكبر عاكس بطريقة طبيعية Vo = c(v2+0.7) يحقق العلاقة Voاذا كان جهد الخرج

أي ان جهد الخرج يجب ان يكون اقل من جهد موحد الدخل مضاف اليه 0.7 اما اذا كان جهد الخرج 0 لايحقق العلاقة

التغذية المرتدة السالبة تزداد بسرعة ولاتتعدي القيمة القصوي للخرج (v2+o.7v)

عمل دائرة مكبر القص اذا تحققت العلاقة اعلاه.

VA= vo\vi=R2\R1



الشكل (3-13) يوضح دائرة مكبر القص

المكبر المرشح العالى High pass filter -:

يستخدم المكبر المرشح للتقليل من الترددات العالية ويرجع ذلك إلى وجود مقاومةو مكثف يوصلا مع الدائرة لتقليل هذه الترددات والمعادله ادناه توضح ماسبق:

F= (1 / 6,28.R2.C1)

المكبر المرشح المنخفض Low pass filter-:

يستخدم المكبر المرشح المنخفض لقطع الترددات المنخفضة والمعادله ادناه توضح ماسبق:

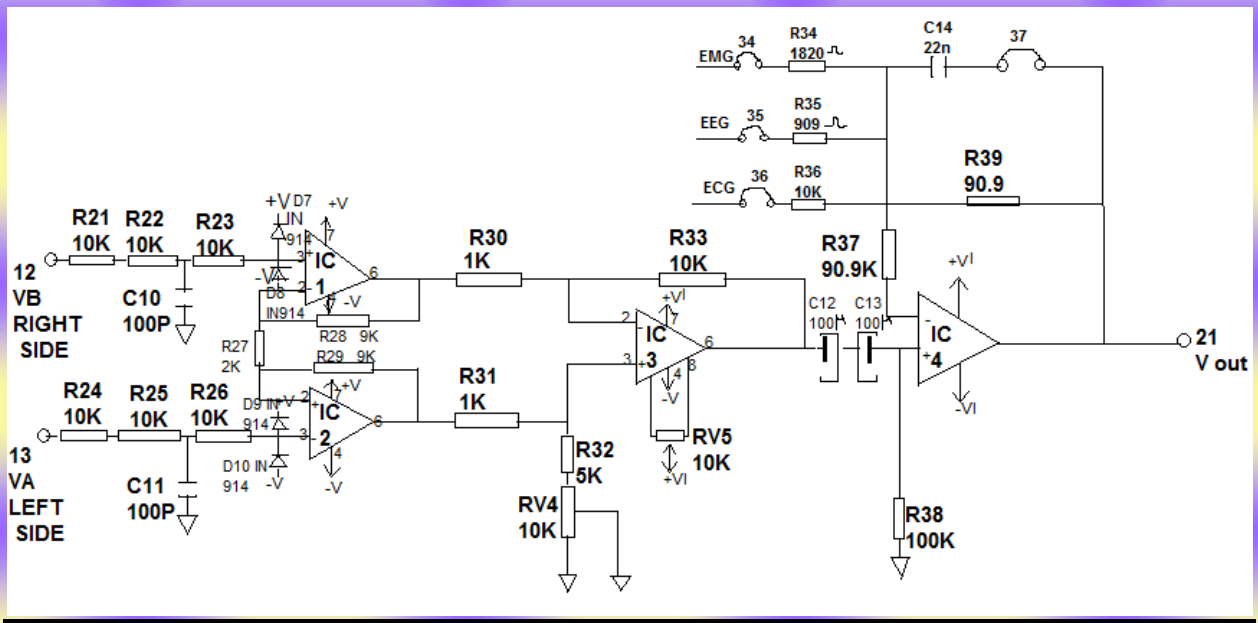
F=(1 / 6,28.R3.C2)

الباب الرابع

طريقة عمل الدائرة

الباب الرابع

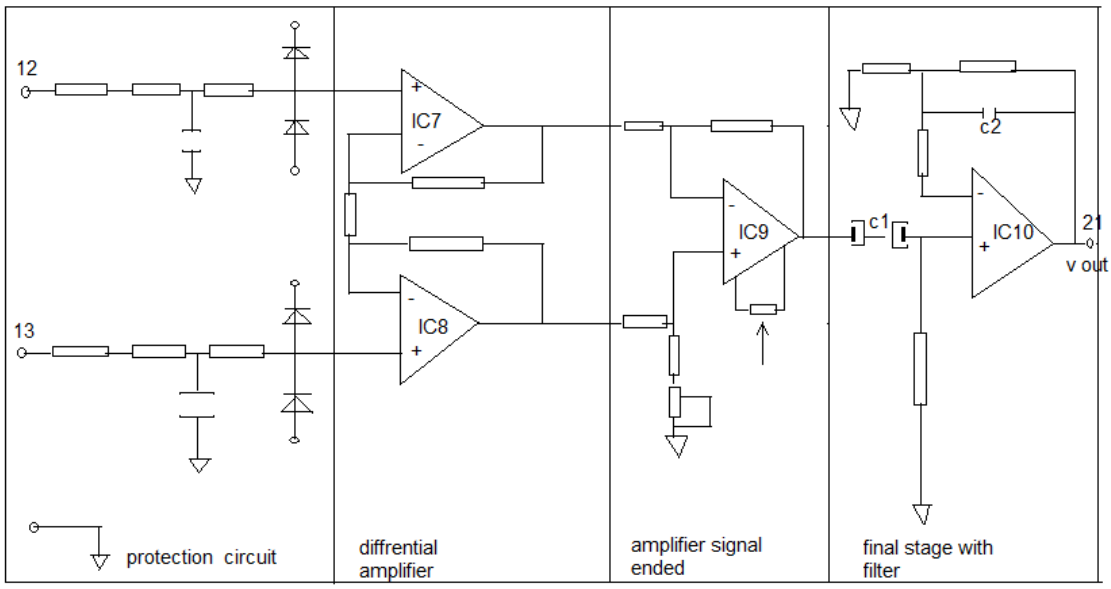
طريقة عمل الدائرة



الشكل (4-1) يوضح المخطط الكلي للدائرة

الوصف العام للدائرة:-

المخطط العام لتخطيط القلب يستخدم مكبر في دائرة تكبير الإشارة الحيوية.



الشكل(4-2) يوضح وصف تفصيلي للاجزاء

دوائر حماية الإدخال:-

يجب حماية مرحلة دخل إشارة تخطيط القلب من المشاكل التالية :

1- لمس المريض عن طريق الخطأ 110/220 فولت وهذا الجهد يدخل عن طريق الأقطاب إلى جسم المريض.

2- عندما يتم توصيل المريض الى جهاز إعادة الرجفان تعبر مئات الفولت الى دخل المكبر.

*للحصول على هذه الحماية ، تستخدم العناصر الموجوده في وحدة (دائرة تكبير الإشارات الحيوية).

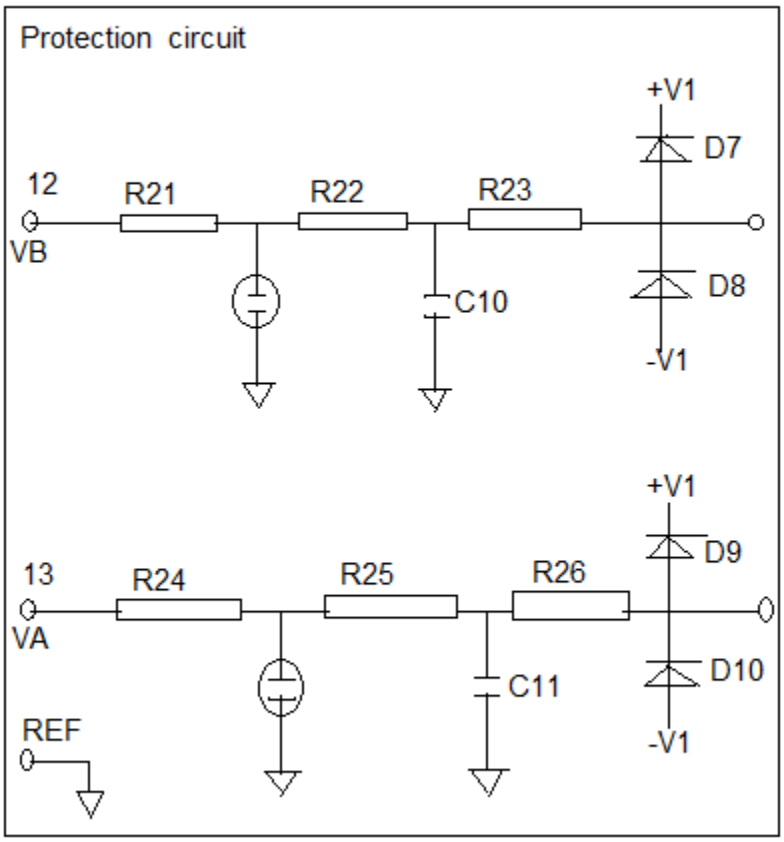
*المقاومات R21 و R24 تقلل من الجهد الكلي الذي دخل الى المكبر.

* وغالبا ما يعقب هذه المقاومات انبوب الغاز المفرغ (GAS)(Gas discharges)(GT) مع النقاط المحددة في الدائرة.

*دوائر RC تستخدم (R22 - C10 و R25 -C11) إلى "قطع" أي اضطرابات

*شكل آخر من الحماية لا تزال تستخدم المقاومات مرتبطة الثنائيات لدى إمدادات الطاقة(R23-D7-D8 and R26-D9-D10).

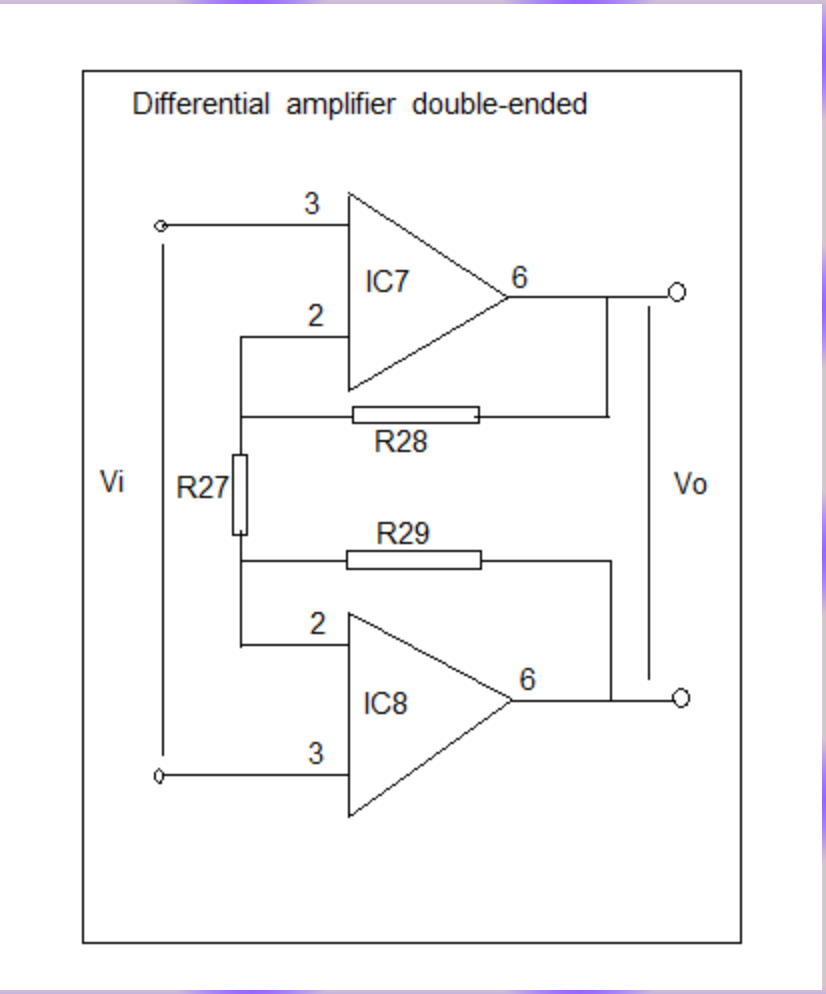
*الإشارات من وحدة الطاقة (Between-Vi and +Vi) يحدث تماس في نفس وحدة الطاقة.



الشكل (4-3) يوضح دائرة الحماية

النهاية المزدوجة للمكبر التفاضلي:-

مرحلة الدخل من مكبر تخطيط القلب في دائرة تكبير الإشارة الحيوية تكون كما موضح في الشكل التالي:



الشكل (4-4) يوضح النهاية المزدوجة للمكبر التفاضلي

في هذا التكوين المدخلات قد ترتبط مباشرة إلى القلب عن طريق إثنين من المكبرات التشغيلية.

وبالتالي فإن مقاومة الدخل دائما مرتفعة للغاية.

الخرج من المكبر الفارق هو نوع (double-ended).

كسب المكبر الفارق موضح بالاتي:

G=1 + 2. (R28/R27)

R28=9K

R27=2K

فبالتالي يكون حل المعادلة كالتالي:

1 +2*(9*1000/2*1000)

إذا :

G=10

بالنظر الى ان :

R29=R28

في دائرة تكبير الإشارة الحيوية :

R28=9K

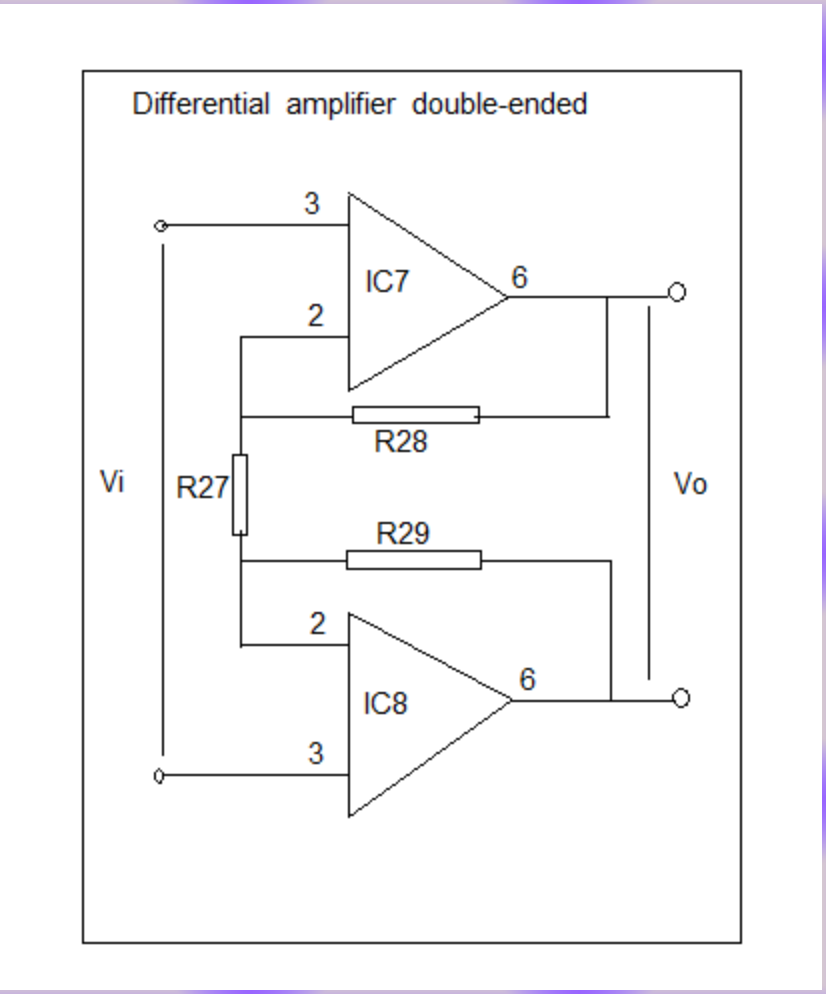
R27=2K

خلاصةً:

G=10

<u>المرحلة المتوسطة للتكبير:-</u>

المرحلة المتوسطة للتكبير،تغيرت فيها الاشارة من (Double-ended)الي(Signal-ended)كما موضح في الشكل التالي:



الشكل(4-5) يوضح الخرج المزدوج للمكبر التفاضلي

في الشكل اعلاه:

الدخلين(two inputs) متصلين مباشرة الي اثنين من دخل مكبر العمليات،وبالتالي فإن مقاومة الدخل دائما عاليه.

الخرج من المكبر الفارق هو نوع (double-ended).

كسب المكبر الفارق يعطى ب:

$$G=1+2.\ (R28/R27)$$

بالنظر إلى أن:

R29=R28

في دائرة تكبير الاشارة الحيوية :

R28=9K

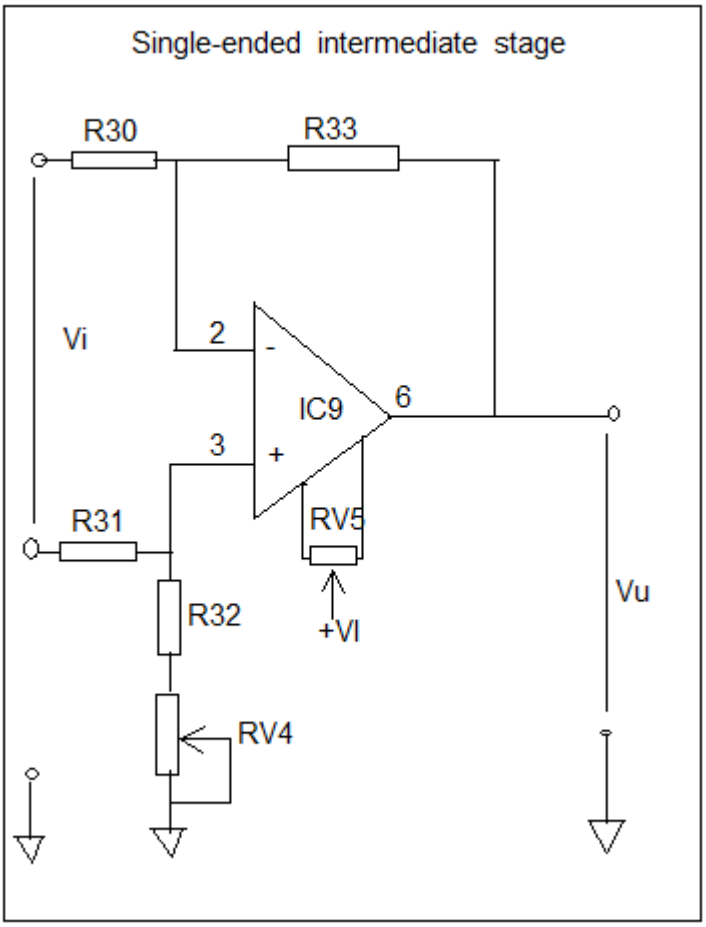
R27=2K

خلاصة:

G=10

مرحلة تكبير الإشارة:-

مرحلة تكبير الإشارة هي المرحلة المتوسطة في عمل الدائرة وفيها تتغير الإشارة المزدوجة من(double-ended)الي(single-ended)كما موضح في الشكل التالي:



الشكل(4-6) يوضح مرحلة تكبير الإشارة

ومن المكبر التفاضلي الطبيعي الإشارة تتخذ مقلوب الآخر علي غير مقلوب واحد.

اذا كانا اثنين من المقاومات يقترنان :

$$R33/R30=(R32+RV4)/R31$$

$$R33=10K$$

$$R30=1K$$

$$R32=5K$$

$$R31=1K$$

خرج المكبر يعطي بالمعادلة التالية:

Vu=R33/R30

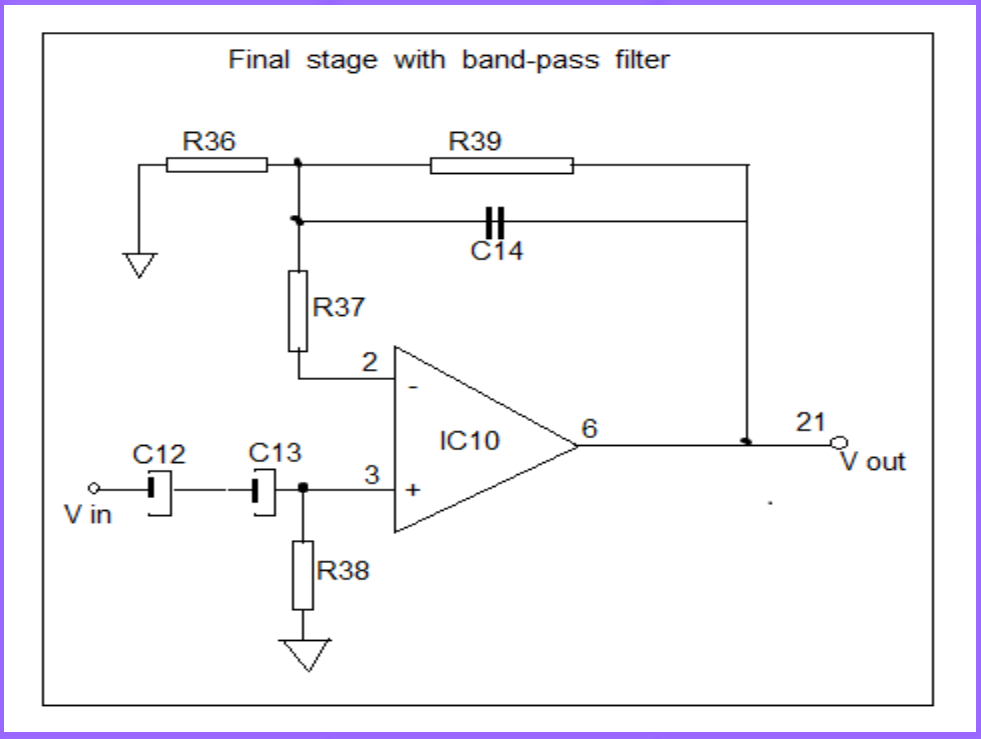
في دائرة تكبير الاشارة الحيوية يعطى خرج المكبر ب:

G=10

يجب ان لايكون هذا التضخيم عالي جدا لمنع وصوله لمرحلة التشبع،يوجد اقتران تام بين المقاومات الذي تقوم بإلقاء وضع الإشارات المشتركه،يرصد مع مقياس الجهد RV4
وذلك من المهم جدا، للضبط بشكل صحيح،تستخدم مقاومة فولتيه لإعادة ازاحة الطاقة المتجدده في المكبر.

المرحلة النهائية للترشيح:-

في المرحلة النهائيه يكون الكسب(المجموع يساوي1000).



الشكل (4-7) يوضح مرحلة ترشيح الدائرة

وتعطي مرحلة التكبير بالمعادلة التالية:

G= (R39+R36)/R36

(90.9K+10K)/10K

التمرير العالي للمرشح يتألف من:

C12+C13 and R38

100µ+100µ

تردد القطع:

F=1/[2π.R38.(C12/C13)]

=0.03Hz

1/[2π*100K(100µ/100µ)]

التمرير المنخفض للمرشح يتألف من:

C14 and R39

تردد القطع:

F=1/(2π.R39.C14)

1/(2π*90.9*22n)

=80Hz

وبنفس الطريقة تعمل دائرة الـ (EEG) ودائرة ال(EMG) وذلك يتوقف على الدائرة المراد تشغيلها فعندما يراد تشغيل دائرة ال (EEG) الموصله معها مقاومة بقيمة (90.9 K) نستخدم Switch (35) وغلق بقية المفاتيح وعند إستخدام دائرة ال (EMG) الموصله معها مقاومة بقيمة (1820) نستخدم Switch (34) وغلق بقية المفاتيح.

الهدف من المشروع

يهدف هذا المشروع لدراسة الدوائر التي تستخدم في تكبير الاشارة الحيوية التي تاتي من الاعضاء المختلفة لجسم المريض وتكبير الاشارة الحيوية الذي يسمح بالتفسير التشخيصي الصحيح لاداء معظم الاعضاء لوظائفها في جسم الانسان.
معظم الاجهزة التي تستخدم هذا النوع من الدوائر تكون ضمن الاجهزة الطبية التي تستخدم عادة في جراحة القلب والجراحة العامه وجراحة الاعصاب وجناح العنايه المكثفه.

هذا المشروع يدرس :

تكبير اشارة المخ والقلب والعضلات
دائرة الحماية
دائرة الترشيح
دائرة التغذية

التوصيات

هذه الدائرة عبارة عن دائرة تكبير الإشارة التي يتم أخذها عن طريق الالكترودات، وهي لاتكون الجهاز لوحدها إذ أن هناك مجموعة من الدوائر الأخرى يتم ربطها بهذه الدائرة حتى يكتمل الجهاز الذي يحتوي علي ثلاثة أجهزة (ECG-EMG-EEG) وهذه الدوائر هي :

* دائرة العزل Isolation circuit :-

هي التي تعمل على عزل المريض من الجهاز وحمايته من التيار الكهربائي وحماية الجهاز من التيار الزائد عند تعرض المريض لصدمات كهربائية .

*دائرة التغذية Power supply circuit :-

هذه الدائرة تعمل على تغذية كل الدوائر الملحقة بالجهاز بالفولتيه المناسبة .

* دائرة تحسس التوصيل الخطأ Folce Detection Circuit :-

وهي تعمل على تحسس الإلكترودات وإعطاء إشارة معينة عند فصل أحد الإلكترودات .

بالإضافة لهذه الدوائر يجب أن تكون هنالك شاشة لعرض الإشارة المكبرة بدلاً من راسم الإشارة المستخدم في المشروع.

نقدم هذه التوصيات لكي تنير الطريق وترشد كل طالب علم يأتي من بعدنا ويريد أن يسير في إتجاه تكبير الإشارة الحيوية ، ونأمل أن نكون قدمنا مايفيد طلاب العلم والمرضى .

ونتمنى أن يجد هذا المشروع الرعاية والتمويل حتى يتم تنفيذه على أرض الواقع وذلك لفائدة المرضى ورفع إسم هذه الجامعة في أعالي الثريا .

المراجع

المراجع العربية :-

*علم وظائف الاعضاء (أ.د.ناصر العلوجي)

*تكنلوجيا الاجهزة الطبية (م.احمد البوريني)

المراجع الأجنبية :-

Introduction Biomedical Engineering Technology

Medical Instrumentation Application and Design

Medical Instrumentation and Measurements