تسخين وصهر المعادن بالحث الكهرومغناطيسي

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس الشرف في الهندسة الكهربائية

إعداد الطلاب :

حمزة عبد الحليم حسين عوض الله

ضمرة عبد الله كرار أحمد

مجدي محمد المهدي أحمد البشير

محمد أحمد حسن سالم

إشراف الأستاذ :

إبراهيم الريشابي

قسم الهندسة الكهربائية

كلية الهندسة

جامعة الشيخ عبد الله البدري

يناير 2021م

الآية

أعوذ بالله من الشيطان الرجيم

قال تعالى :

﴿ أَلَمْ تَرَوْا أَنَّ اللَّهَ سَخَّرَ لَكُم مَّا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ وَأَسْبَغَ عَلَيْكُمْ نِعَمَهُ ظَاهِرَةً وَبَاطِنَةً وَمِنَ النَّاسِ مَن يُجَادِلُ فِي اللَّهِ بِغَيْرِ عِلْمٍ وَلَا هُدًى وَلَا كِتَابٍ مُّنِيرٍ ﴾

صدق الله العظيم

سورة : لقمان - الآية : (20)

الإهـــــــــــــــــــــــــــداء

إلى قدوتي في حياتي

و من أتمنى مرافقته في الفردوس الأعلى

(محمد بن عبدالله صلى الله عليه و سلم)

إلى من أرضعتني الحب و الحنان

إلى رمز الحب و بلسم الشفاء

إلى القلب الناصع بالبياض

(والدتي الحبيبة)

إلى من جرع الكأس فارغاً ليسقيني قطرة حب

إلى من كلت أنامله ليقدم لنا لحظة سعادة

إلى من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم

إلى القلب الكبير

(والدي العزيز)

إلى القلوب الطاهرة الرقيقة و النفوس البريئة إلى رياحين حياتي

إلى من أرى التفاؤل بعيونهم و السعادة في ضحكتهم

(إخوتي)

إلى الروح التي سكنت روحي

إلى رفقاء دربي في هذه الحياة بدونكم لا شئ و معكم أكون أنا

(أصدقائي)

شكـــــــر و عرفـــــــان

الشكر أولاً و أخراً لله وحده الذي بنعمته تتم الصالحات

اللهم لك الحمد طوعاً و لك الحمد فرضاً أنيقاً سماءً و أرضاً

اللهم لك الحمد صمتاً و لك الحمد ذكراً

اللهم لك الحمد كما ينبغي لجلال وجهك و عظيم سلطانك

و الصلوات الطيبات الزاكيات على هادي البشرية معلم الأمة

سيد الأولين و الأخرين الذي أدبه ربه فأحسن تأديبه و جعل خلقه القرآن

من لا يشكر الناس لا يشكر الله

لا بد لنا و نحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة تعود إلى أعوام قضيناها

في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذلك جهوداً كبيرة

في بناء جيل الغد لتبعث الأمة من جديد

و قبل أن نمضي نقدم أسمى آيات الشكر و الإمتنان و التقدير و المحبة

إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة

إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم و المعرفة

إلى جميع أساتذتنا الأفاضل في كلية الهندسة

كن عالماً ، فإن لم تستطع فكن متعلماً ، فإن لم تستطع فأحب العلماء ، فإن لم تستطع فلا تبغضهم

و نخص بالشكر

الأستاذ : إبراهيم الريشابي

المستخلص

جهاز تسخين وصهر المعادن عن طريق الحث الكهرومغناطيسي أصبح من وسائل تسخين وصهر المعادن المستخدمة في الصناعات التي تعتمد على تشكيل المعادن .

نجد أن المشكلة في مصانع تشكيل المعادن تكمن في التكلفة الإقتصادية العالية في صهر المعادن والأثار الجانبية التي تلحق بالبيئة وندرة المواد البترولية التي تستخدم في المواقد الخاصة لصهر المعادن.

الهدف من هذا البحث هو إستخدام وسيلة تسخين إقتصادية وآمنه وصديقة للبيئة تتمثل في جهاز تسخين وصهر المعادن عن طريق الحث الكهرومغناطيسي .

تعتمد هذه التقنية على المادة نفسها لتوليد الحرارة وتختلف كفاءة التسخين بناء على المسافة وموصلية الملف وطبيعة الجسم المراد تسخينه ،عند تمرير تيار كهربائي في ملف يتولد مجال مغناطيسي متناوب يخترق المادة (المعدن) بسرعة مما يسبب توليد تيارات كهربائية داخل المادة نفسها وتسمى هذه التيارات بالتيارات الدوامية . بتدفق التيارات الدوامية داخل المادة تتولد حرارة ناتجة عن مقاومة المادة نفسها وهي ميزة مهمة في عملية التسخين وفي هذه الحالة تتولد الحرارة داخل المعدن دون الحاجة لإستخدام مصدر خارجي يعمل على توصيل الحرارة وهو الشيء الذي يسمح بتسخين الأجسام بسرعة كبيرة .

Abstract

A device for heating and melting metals by means of electromagnetic induction has become a means of heating and melting metals used in industries that depend on forming metals.

We find that the problem in metal forming plants lies in the high economic cost of smelting metals, side effects to the environment, and the scarcity of petroleum materials that are used in special stoves for smelting metals.

The aim of this research is to use an economical, safe and environmentally friendly heating method, which is a device for heating and smelting metals by means of electromagnetic induction.

This technique depends on the material itself to generate heat, and the heating efficiency varies according to the distance, conductivity of the coil, and the nature of the object to be heated. When an electric current is passed in a coil, an alternating magnetic field is generated that penetrates the material (metal) quickly, causing electrical currents within the material itself, and these currents are called eddy currents. The flow of eddy currents inside the material generates heat resulting from the resistance of the material itself, which is an important feature in the heating process and in this case heat is generated inside the metal without the need to use an external source that conducts heat, which allows objects to be heated very quickly.

فهرس المحتويات

الموضوع	الصفحة
الآية	I
الإهداء	II
شكر و عرفان	III
الملخص	IV
Abstract	V
فهرس المحتويات	VI
فهرس الأشكال	VIII
الفصل الأول : المقدمة	
1-1 المقدمـة	2
2-1 المشكلة	2
3-1 الهدف من البحث	2
4-1 الطرق المتبعة لحل المشكلة	3
1-5 هيكلة المشروع	3
الفصل الثاني : الإطار النظري	
2-1 طرق تسخين المعادن	5
2-2 الحث الكهرومغناطيسي	6
2-2-1 تعريف ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي	6
2-2-2 حركة موصل في مجال مغناطيسي	7
2-2-3 قاعدة فلمنج لليد اليمني	8
2-2-4 تجربة فاراداي لتوليد قوة دافعة كهربائية في ملف	8
2-2-5 قانون فاراداي	8
الفصل الثالث : المعدات الكهربائية المستخدمة في الجهاز	
3-1 تمهيد	12

3-2 نظام التغذية الكهربائية	12
3-2-1 أنواع مصادر التغذية	12
3-2-2 المقاومات الكهربائية	14
3-2-3 الترانزستور من نوع (Mosfet)	15
3-2-4 الملفات الكهرومغناطيسية	18
3-2-5 الموحدات (Diodes)	20
3-2-6 المكثفات (Capactaires)	21
3-2-7 مراوح التبريد	23
الفصل الرابع : ألية عمل الدائرة	
4-1 آلية عمل الدائرة	26
الفصل الخامس : الخلاصة والتوصيات	
5-1 الخلاصة	30
5-2 التوصيات	30
5-3 النتائج	30
المراجع	31

فهرس الأشكال

الأشكال	الصفحة
الشكل (2-1) يوضح خطوط الفيض المغناطيسي	6
الشكل (2-2) يوضح إتجاه القوة الدافعة الحثية	9
الشكل (3-1) يوضح إتجاه سريان التيار	13
الشكل (3-2) يوضح Power Supply	14
الشكل (3-3) يوضح مقومات ثابتة وعليها حلقات ملونة تدل على مقدارها بالأوم	15
الشكل (3-4) يوضح أجزاء (Mosfet)	15
الشكل (3-5) يوضح (Mosfet) من النوع (N-Channel)	16
الشكل (3-6) يوضح (Mosfet IRF 540 N)	16
الشكل (3-7) يوضح (Mosfet) من النوع (P-Channel)	17
الشكل(3-8) يوضح عمل (Mosfet) كمفتاح	17
الشكل(3-9) يوضح أنواع الملفات	18
الشكل(3-10) يوضح الموحدات وأطراف توصيله	21
الشكل(3-11) يوضح أنواع الموحدات المختلفة	21
الشكل(3-12) يوضح أنواع وأشكال المكثفات	22
الشكل(3-13) يوضح شكل ومقياس مراوح التبريد	23
الشكل (3-14) يوضح الدائرة العملية للمشروع	24
الشكل(4-1) يوضح الدائرة الكهربائية للمشروع	26
الشكل(4-2) يوضح دائرة الرنين	27

الفصل الأول

تسخين وصهر المعادن بالحث الكهرومغناطيسي

الفصل الأول

تسخين وصهر المعادن بالحث الكهرومغنطيسي

1-1 المقدمة :

تعتبر المعادن عنصر أساسي يدخل في جميع مجالات الحياه بمختلف الأشكال وهي متوفرة في شكلها الخام حيث يجب تسخينها أو صهرها لمعالجتها وتصنيعها بطرق مختلفة حتي يتسنى لنا تشكيلها والإستفادة منها بالشكل المطلوب.

يعود تاريخ طرق تسخين وصهر المعادن إلى بداية العصر البرونزي حيث عرف الإنسان المعادن وبدأ إستخدامها في تصنيع أسلحته وبعض أدواته لكن تلك الطرق لم تتعدى بعض المواقد البسيطة التي يستخدمها في التدفئة أو لطهو طعامه , وإرتبط تطور طرق تسخين وصهر المعادن منذ ذلك الوقت بتطور إستخلاص المعادن و إستخدامها وأيضا أنواع الوقود المستخدم للتسخين في تلك الفترة.

مع تطور الصناعات زادت الحاجة إلى المعادن بشكل كبير وأستخدمت عدة وسائل لصهر المعادن لإعادة تشكيلها ، ولكن حتى الأن لم توجد الطريقة المثلى التي لا تعود بأضرار كبيرة على البيئة فمعظم الصناعات الرائدة في هذا المجال تستخدم طرق بدائية .

1-2 مشكلة البحث:

صهر المعادن وتصنيعها بالطرق العادية مثل إستخدام الوقود في الأفران ينتج عنه مشاكل تلوث البيئة بسبب مخلفات الإحتراق وتلوث المادة نفسها بإختلاطها بمواد الإحتراق وكذلك يتبدد جزء كبير من الحرارة عند إنتقالها من المصدر إلى الجسم المراد تسخينه.

1-3 الهدف من البحث :

إستخدام وسيلة إقتصادية وآمنة وصديقة للبيئة تتمثل في جهاز تسخين وصهر المعادن عن طريق الحث الكهرومغناطيسي.

1-4 الطريقة المتبعة لحل المشكلة :

تصميم جهاز حث كهرومغناطيسي بطريقة مناسبة يتم فيه تسخين وصهر المعادن.

1-5 هيكلة المشروع :

يحتوي البحث على خمسة فصول، الفصل الأول يتكون من المقدمة ومشكلة البحث والهدف وهيكلة البحث، الفصل الثاني يتكون من النظرية المتبعة في عمل الجهاز، أما الفصل الثالث فتوجد فيه العناصر المكونة للدائرة الكهربائية والمعدات المستخدمة في الجهاز، بينما يشمل الفصل الرابع على ألية عمل الدائرة الكهربائية حسب النظرية المتبعة وأخيرا الفصل الخامس يحتوي على الخلاصة والتوصيات والتوثيق والمراجع .

الفصل الثاني

الإطار النظري

الفصل الثاني

الإطار النظري

2-1 طرق تسخين المعادن :

في بداية القرن الثامن عشر كان فحم الخشب هو المصدر الوحيد للطاقة الحرارية المستخدم في تسخين وصهر المعادن. بعد ذلك بدأ الفحم الحجري وفحم الكوك يحلان محله تدريجيا ، وفي بداية القرن العشرين بدأت المشتقات النفطية والطاقة الكهربائية تأخذ مكانها في الصناعات التعدينية المختلفة التي تعتمد على الصهر والتسخين ، ومازالت هذه المصادر مستخدمة ولكن بنسب تختلف بإختلاف حجم الورش والمصانع التي تقوم بعمليات الصهر، وعلى هذا الأساس يتم تصنيف طرق تسخين وصهر المعادن إلى عدة أنواع حسب مصادر الطاقة الحرارية ومنها :

1. التسخين عن طريق الوقود الصلب .
2. التسخين عن طريق الوقود السائل والغازي .
3. التسخين عن طريق الكهرباء و القوس الكهربائي.
4. التسخين عن طريق التحريض أو الحث الكهرومغناطيسي .

❖ **التسخين بالحث أو بالتحريض الكهرومغناطيسي :**

عند تمرير تيار كهربائي في ملف يتولد مجال مغناطيسي متناوب يخترق المادة (المعدن) بسرعة مما يسبب توليد تيارات كهربائية داخل المادة نفسها وتسمى هذه التيارات بالتيارات الدوامية .بتدفق التيارات الدوامية داخل المادة تتولد حرارة ناتجة عن مقاومة المادة نفسها وهي ميزة مهمة في عملية التسخين وفي هذه الحالة تتولد الحرارة داخل المعدن دون الحاجة لإستخدام مصدر خارجي يعمل على توصيل الحرارة وهو الشيء الذي يسمح بتسخين الأجسام بسرعة كبيرة .

وتستخدم هذه التقنية في تطبيقات كثيرة منها عمليات التعدين والمعالجات الحرارية التي يكون فيها تلوث المادة يمثل مشكلة ومواقد التحريض لتسخين عبوات الاغذية .

2-2 الحث الكهرومغناطيسي :

عملا بنظرية العالم أورستد (التيار الكهربي المار في موصل يولد مجال مغناطيسي) .

إستطاع العالم فارادي إثبات عكس نظرية أورستد حيث نجح في توليد تيار كهربي من مجال مغناطيسي وسميت بظاهرة الحث الكهرومغناطيسي ويسمى التيار الناتج : تيار كهربي حثي (I) والقوة الدافعة الكهربية حثية (E).

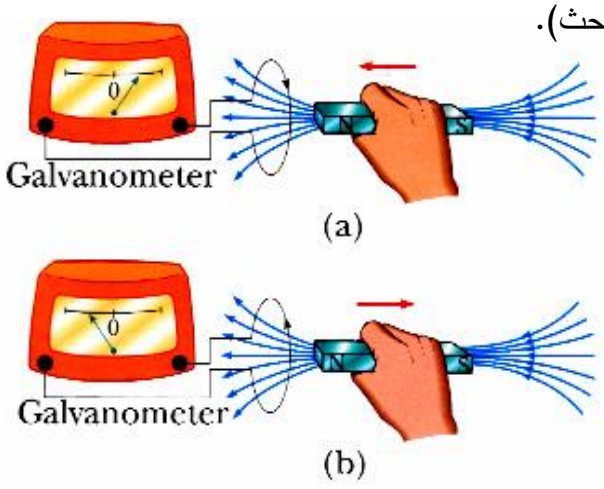
2-2-1 تعريف ظاهرة الحث الكهرومغناطيسي :

" إذا قطع سلك فيضا مغناطيسيا تتولد في السلك قوة دافعة كهربية مستحثة وكذلك تيار مستحث "

هذا يعنى أن: [شرط تولد قوة دافعة مستحثة هو قطع خطوط الفيض المغناطيسي]

حركة مؤشر الجلفانومتر تعنى تولد قوة دافعة مستحثة وتيار مستحث ،إتجاه حركة مؤشر الجلفانوميتر تعتمد على إتجاه حركة المغناطيس أي:

(عند قطع خطوط الفيض المغناطيسي بواسطة موصل (سلك أو ملف) تحدث إثارة للإلكترونات الحرة في الموصل وتتحرك هذه الالكترونات في إتجاه ما في الموصل فتسبب فرق في الجهد بين طرفيه وبالتالي يتولد تيار مستحث).

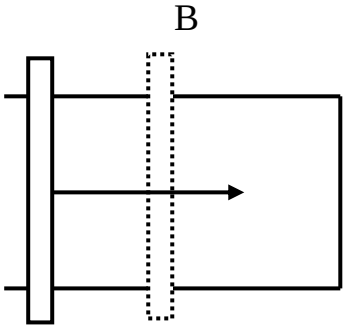


الشكل (2-1) يوضح خطوط الفيض المغناطيسي

2-2-2 حركة موصل في مجال مغناطيسي:

عند وضع سلك مستقيم طوله (L) يمر به تيار كهربي (I) في مجال مغناطيسي عمودي حثه (B) فإنه تتولد قوة مغناطيسية تحركه (F) قيمتها:

$$F = I.L.B$$



بتحريك سلك مستقيم طوله (L) عمودي على مجال مغناطيسي حثه (B) وليكن تحرك مسافة (dx) في زمن (dt) فإنه تتولد في السلك قوة دافعة حثية (E) وكذلك تيار حثي (I)

نلاحظ أن الشغل النبذول لتحريك السلك هو:

$$dW = F.dx$$

ومعلوم أن: $F = I.L.B$ & $dx = V.dt$

بالتعويض في الشغل نجد أن:

$$dw = F.V.dt = I.L.B.V.dt$$

وحيث أن الشحنة التأثيرية التي تولدت خلال زمن (dt) هي: $dq = I.\,dt$

فتكون المعادلة هي

$$dW = B.L.V.dq$$

القوة الدافعة الكهربية هي الشغل المبذول (dW) لنقل شحنة كهربية (dq) :

$$E = \frac{dw}{dq} = B.L.V$$

حيث أن (v) هي سرعة حركة السلك في المجال المغناطيسي وهنا ملحوظة هامة:

1. إذا كان إتجاه حركة السلك عمودية على إتجاه المجال تكون القوة الدافعة الحثية هي:

$$E = B.L.V$$

2. عندما يكون إتجاه حركة السلك يميل بزاوية (θ) مع المجال المغناطيسي فتصبح العلاقة:

$$E = B.L.V.\sin\theta$$

ولإيجاد شدة التيار الكهربي المستحث نستخدم العلاقة:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{B.L.V}{R}$$

والقدرة الكهربية المستنفذة تكون:

$$P = E.I$$

2-2-3 قاعدة فلمنج لليد اليمنى :

هي قاعدة لمعرفة إتجاه التيار الحثي المتولد في سلك مستقيم يتحرك عموديا على مجال المغناطيسي

وهي تنص على أنه:

[عند تعامد أصابع اليد اليمنى الثلاثة الإبهام والسبابة والوسطى ، إذا كان الإبهام يشير لإتجاه الحركة والسبابة لإتجاه المجال المغناطيسي فيكون الوسطى يشير إلى إتجاه التيار الحثى الناتج]

2-2-4 تجربة فاراداى لتوليد قوة دافعة مستحثة في ملف:

1. وصل فاراداى طرفي ملف حلزوني بجلفانومتر حساس مؤشره في المنتصف
2. عند إدخال مغناطيس في الملف لاحظ إنحراف مؤشر الجلفانوميتر (لحظيا) في إتجاه ما.
3. عند لحظة إخراج المغناطيس من الملف ينحرف مؤشر الجلفانوميتر في إتجاه مضاد.
4. عند توقف المغناطيس عن الحركة يعود المؤشر للصفر ويتوقف التيار.

2-2-5 قانون فاراداى:

" القوة الدافعة المستحثة في ملف تتناسب طرديا مع معدل التغير في الفيض المغناطيسي "

- **العوامل المؤثرة على القوة الدافعة الكهربية المستحثة :**

1- معدل التغير الزمني لقطع خطوط الفيض المغناطيسي

2- عدد لفات الملف

فتكون الصورة النهائية لقانون فاراداى هي:

$$E = -N\frac{d\emptyset}{dt}$$

وعندما تكون مقاومة الملف هي (R) فتكون شدة التيار الحثي هي

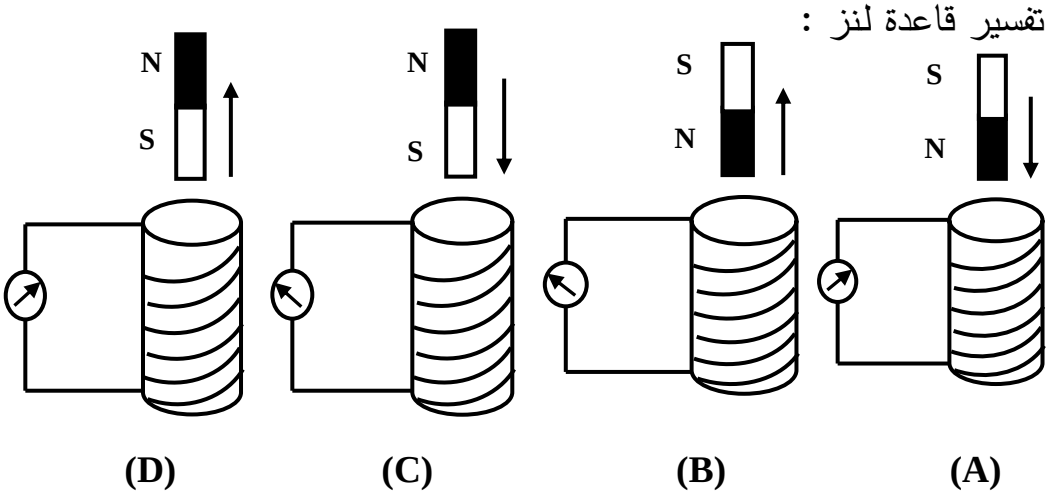
$$I = \frac{E}{R} = -\frac{N}{R}.\frac{d\emptyset}{dt}$$

- **أسباب وجود الإشارة السالبة في قانون فاراداى :**

الإشارة السالبة تدل على أن:

" إتجاه القوة الدافعة الحثية (أو التيار المستحث) بحيث يعطي فيضا مغناطيسيا يتناسب عكسيا مع مقدار التغير في الفيض المغناطيسي المسبب له " وتعرف بقاعدة لنز

❖ تفسير قاعدة لنز :



الشكل (2-2) يوضح إتجاه القوة الدافعة الحثية

من الرسم لاحظ في حالة (A , B):-

A- عند تقريب القطب الشمالي لمغناطيس من الملف تتولد به قوة دافعة حثية تجعل اللفة العليا تمثل قطب شمالي فتقاوم (تتنافر) مع إدخال المغناطيس من جهة قطبه الشمالي.

B- عند إخراج المغناطيس من الملف تتولد قوة دافعة كهربية حثية في إتجاه مضاد للحالة الأولى فتجعل اللفة العليا تمثل قطب جنوبي فتعوق خروج المغناطيس من الملف (يحدث تجاذب).

– يحدث نفس الشيء في حالة (C , D) ولكن من جهة القطب الجنوبي ونلاحظ ذلك من إنحراف مؤشر الجلفانومتر

تنص قاعدة لنز على أن:

" إتجاه القوة الدافعة الكهربية المستحثة بحيث يعطي فيضا مغناطيسيا يعاكس التغير في الفيض المغناطيسي المسبب له "

الفصل الثالث

مكونات النظام

الفصل الثالث

مكونات النظام

3 -1 تمهيد :

جهاز تسخين وصهر المعادن عن طريق الحث الكهرومغناطيسي يتكون من دائرة كهربائية متكاملة تعمل على تحويل القدرة الكهربائية المستمرة إلى مجال مغناطيسي ، وبالتالي تؤدي إلى توليد تيارات دوامية داخل المعدن المراد تسخينه أو صهره حيث تنشأ الحرارة من مقاومة المادة

3-2 عناصر الدائرة :

تحتوي دائرة الجهاز على مجموعة من العناصر تعمل على تحويل القدرة الكهربائية إلى مجال مغناطيسي وهي :

1/ نظام التغذية الكهربائية.

2/ المقاومات الكهربائية .

3/ الترانزستور من نوع (Mosfet) .

4/ الملفات الكهرومغناطيسية .

5/ الموحدات (Diodes).

6/ المكثفات .

7/ وحدات تبريد .

3-2-1 نظام التغذية الكهربائية :

تعتبر مصادر الجهد الكهربي هي المصادر الأساسية لتغذية الدوائر الإلكترونية .

لكي تنتقل الإلكترونات من مصدر الجهد الكهربي إلى الدائرة الإلكترونية وتسير خلالها لابد من وجود مسارين أحدهما للذهاب إلى المصدر الكهربي إلى الدائرة والأخر للرجوع من الدائرة إلى المصدر لتتكرر الدورة مره أخرى .

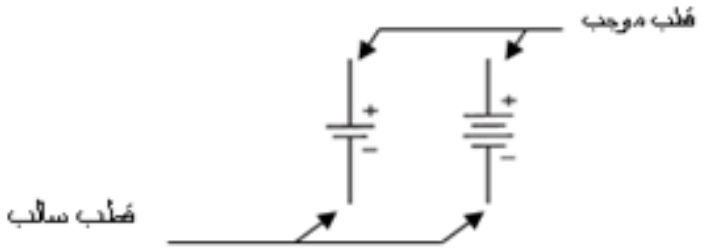
تنقسم المصادر إلى نوعين :

1. مصدر تيار مستمر Direct Current – DC
2. مصدر تيار متردد Alternating current –AC

مصدر التيار المستمر DC:

التيار المستمر هو إستمرار سريان التيار من المصدر دون حدوث تغير في قطبيته (ما بين سالب أو موجب) أي يخرج التيار من أحد قطبيه طوال الوقت بإستمرار ويعود من الطرف الأخر دائما .

نحصل على التيار المباشر من البطاريات و مصادر التغذية الأخرى (power supply).



الشكل (3-1) يوضح إتجاه سريان التيار

وفي هذا المشروع سيتم إستخدام جهاز (power supply) كمصدر للتيار المستمر .

مصدر الطاقة (power supply) :

هو المكون النشط المسئول عن إمداد وتغذية كل مكونات وعناصر الدوائر الإلكترونية بالطاقة الكهربية ، ويقوم كذلك بعملية تنظيمية مهمة لعناصر ومكونات دائرة الجهاز . وهي تحويل الطاقة الكهربائية إلى الشكل المناسب لدائرة الجهاز ، فهو غالبا يقوم بتحويل الجهد والتيار المتردد AC 220 V _ 50 Hz إلى التيار الثابت ذو الجهود التالية :

- 12v + لتغذية المحركات و المراوح .
- 12v – لتغذية الدوائر المتكاملة .
- 5V+ لتغذية بعض الدوائر الإلكترونية .

الشكل (2-3) power supply

3-2-2 المقاومات الكهربائية :

تعريف :

هي جسم يقلل من قيمة التيار ويرمز لها بالرمز R وتقاس المقاومة بوحدة الأوم Ω ، القدرة الكهربائية الناتجة من مرور التيار الكهربي في المقاومة تتحول إلى حرارة وتسبب إرتفاع درجة حرارتها لذا يجب أن لا تزيد قيمتها عن حد معين وإلا تلفت .

كلما زادت قيمة المقاومة R كلما قل التيار I المار في المقاومة والعكس صحيح .

أنواع المقاومات :

تنقسم المقاومات إلى نوعين أساسيين :

1/ المقاومات الثابتة :

هي مقاومات ثابتة القيمة أي أن لكل مقاومة قيمة واحدة ثابتة تختلف في إستخدامها على حسب قدرتها على تمرير التيار الكهربي وفائدتها في هذه الدوائر التحكم في التيار والجهد .

2/ المقاومات المتغيرة :

هي مقاومات متغيرة القيمة ، وتختلف في إستخدامها على حسب قدرتها على تمرير التيار الكهربي

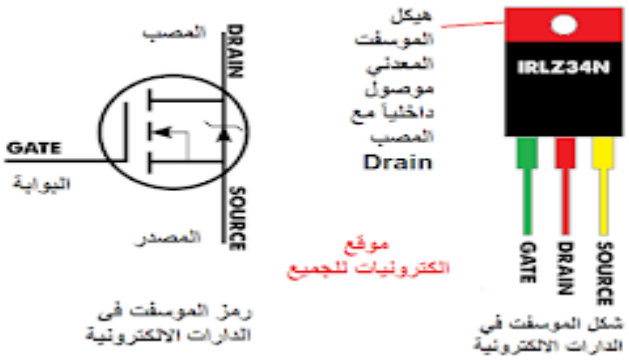
الشكل (3-3) يبين مقاومات ثابتة وعليها عدة حلقات ملونة تدل على مقدارها بالأوم

3-2-3 الترانزستور من نوع (Mosfet) :

تعريف :

يتم تعريف Mosfet أو ما يسمى بالترانزستور ذو الشبكة المعزولة ، هو نوع من أنواع الترانزستور الحلقي ذو قناة نقل تعتمد في بنيتها الداخلية على المواد شبه الموصلة . حيث يتكون Mosfet من ثلاثة أطراف هي المصدر Source ، والبوابة Gate ، والمصب Drain .

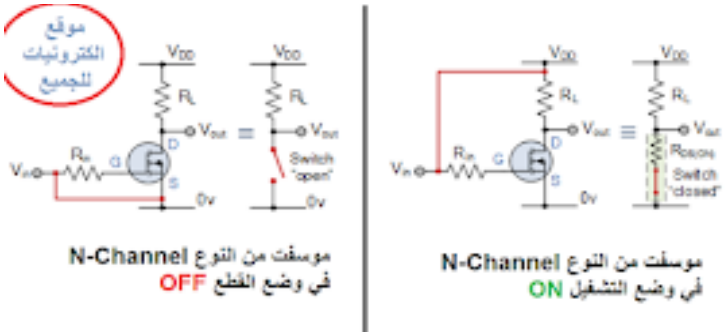
يعتمد Mosfet في عمله على فرق الجهد بين البوابة Gate والمصدر Source ليسمح للتيار الكهربي بالمرور من المصدر إلى المصب بعكس الترانزيستور العادي والذي يعتمد على التيار الكهربائي لتشغيله ليعمل بدوره كمفتاحا أو مضخما للإشارة الكهربائية .



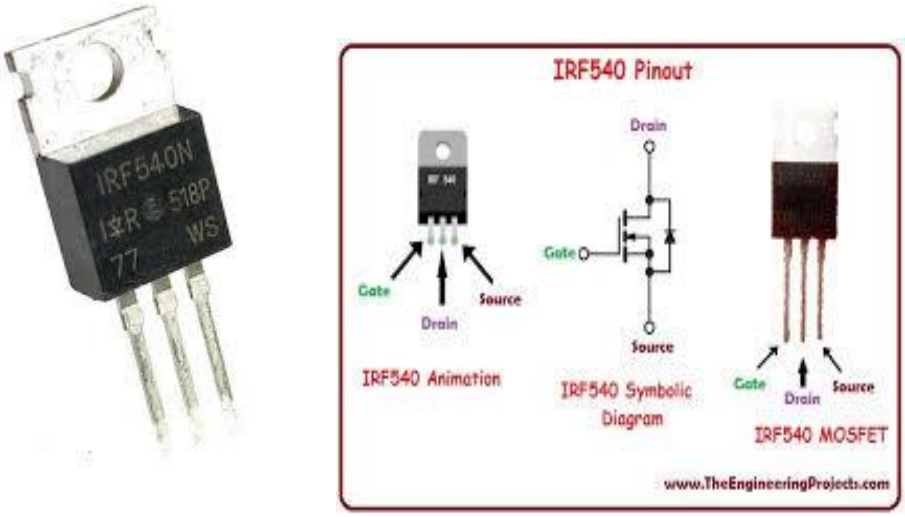
الشكل (3-4) يوضح أجزاء الترانزستور من نوع Mosfet

أنواع وأقسام الترانزستور (Mosfet) من حيث التوصيل في الدارات الكهربائية:

أ/ **Nmos** وهي من الفئة السالبة وتسمى أيضا Mosfet N-Channel حيث يتم توصيل الطرف Source مع القطب السالب ، ويتم ربط الحمل (الجهاز المطلوب تشغيله) على وصلة Drain من جهة وبالقطب الموجب من الجهة الأخرى . وأخيرا توصل البوابة Gate بالقطب الموجب لتشغيل هذا النوع من الترانزستور (On) وبالقطب السالب عند تعطيله (Off). ومن الأمثلة على هذا النوع الترانزستور (IRF540).

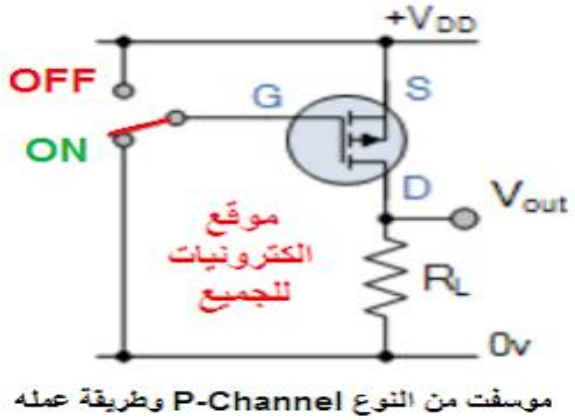


الشكل(3-5) ترانزستور من النوع Mosfet N- Channel



الشكل (3-6) : يبين Mosfet IRF540 N

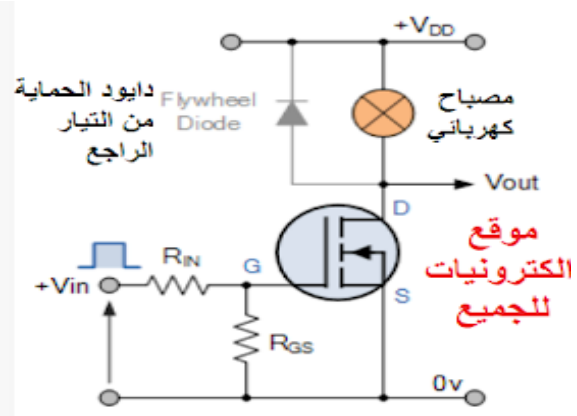
ب/ Pmos وهي من الفئة الموجبة وتسمى Mosfet P- Channel حيث يتم توصيل الطرف Source مع القطب الموجب ويتم ربط الحمل على وصلة Drain من جهة وبالقطب السالب من الجهة الأخرى . وأخيرا توصل البوابة Gate بالقطب السالب لتشغيل هذا النوع من الترانزستور (ON) وبالقطب الموجب عند تعطيله (OFF). ومن أمثلة هذا النوع من الترانزستور (F540N) .



الشكل (3-7) يوضح الترانزستور من النوعMosfet P- Channel

في معظم الدارات الكهربائية التي تستخدم الترانزستور يكون الهدف منه إستخدامه كمفتاح أو دارة تضخيم , أما هنا فسيتم إعتماد وضع الترانزستور ذو ميزة التعزيز من الفئة السالبة Mosfet P- Channel لتشغيل وتعطيل الجهاز أو يمكن إستبداله بمحرك أو أي قطعة كهربائية أخري ، حيث يتم إعطاء البوابة

Gate فولتية موجبة (ve +) مناسبة لتشغيل الترانزستور وضع (ON) ، أي VGs=+ ve . أما في حال التعطيل وجعل الترانزستور في وضع القطع (Off) فكل ما يجب فعله هو أن يربط طرف البوابة Gate مع الأرضي أو القطب السالب ، أي VGs = 0 .



الشكل (3-8) يوضح عمل الترانزستور من نوع Mosfet كمفتاح

3-2-4 الملفات :

تعريف :

الملف الكهرومغناطيسي أو الوشيعة تتكون من سلك معدني لولبي مطلي بمادة عازلة من أجل عدم ملامسة الأسلاك ببعضها وحدوث شرارة كهربائية ، عندما يمر التيار الكهربي في الملف يتولد عنه فيض مغناطيسي في القلب ، وتعرف قابلية الملف لإنتاج الفيض بالحث الذاتي أو المحاثة ، ويرمز لها بالرمز L . ويلاحظ أنه بزيادة قيمة التيار I يتزايد الفيض المغناطيسي ø الناتج مع إزدياد قيمة الملف L وتقاس وحدة الحث الذاتي للملف بوحدة تسمى الهنري وتحسب من القانون الأتي :

$$L = \frac{N.\emptyset}{I}$$

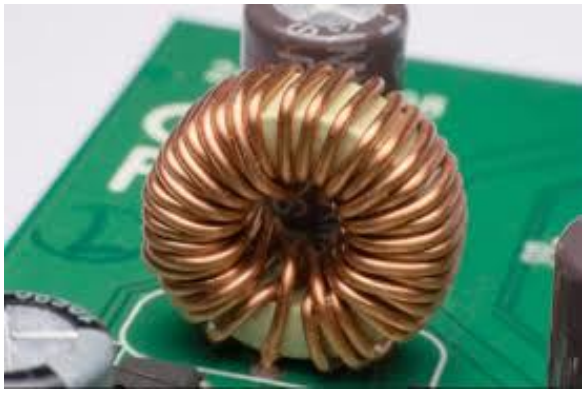
حيث :

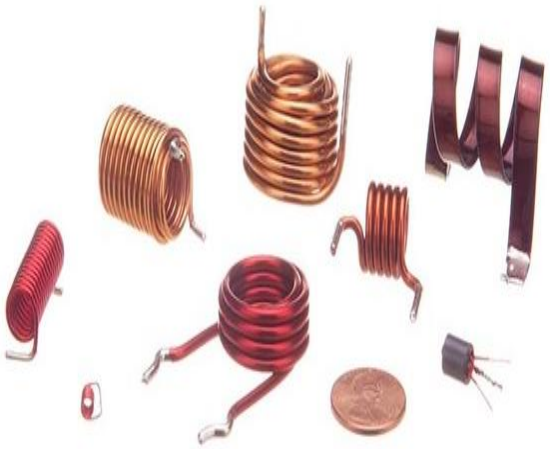
L محاثة الملف

N عدد لفات الملف

Ø الفيض المغناطيسي الناتج

I التيار المار في الملف





الشكل (3-9) يبين انواع الملفات الكهرومغناطيسية

أنواع الملفات coils :

أولا من حيث القلب :

تصنف الملفات وفقا للمادة التي تشغل الحيز داخل الإطار الداخلي للملف إلى :

أ/ ملفات ذات قلب هوائي :

وهي تلك الملفات التي يشغل الهواء ما بداخل إطارها الداخلي (ما بداخل قلبها) والحث الذاتي لمثل هذه الملفات صغير .

ب/ ملفات ذات قلب حديدي :

إذا وضع داخل الملف قلب حديدي فإن المجال المغناطيسي يتركز داخل وحول الملف ولا يتدفق خارجه ، وبالتالي يزيد من حث الملف . قد يصل حث مثل هذا النوع من الملفات الى 10 هنري .

ج/ ملفات ذات قلب مسحوق من الحديد :

وهي الملفات التي يوضع بداخل قلبها مسحوق من الحديد ، حيث يخلط مسحوق الحديد بمادة عازلة ويضغط ليعطي قلب مغناطيسي ذو مقاومة كهربية عالية ، وبالتالي تقليل التيارات الدوامية .

د/ ملفات ذات قلب من مادة الفريت :

وهي تلك الملفات التي يوضع بداخل قلبها مادة الفريت ، ومادة الفريت مادة مغناطيسية مقاومتها الكهربائية عالية جدا ، وبذلك نضمن عدم سريان التيارات الدوامية داخلها .

ثانيا من حيث التردد :

أ/ ملفات التردد المنخفض :

وهي الملفات التي تستخدم في الترددات الصوتية ، ومن المعروف أن الترددات الصوتية تتراوح من 20 Hz الي 20K Hz وهي من الملفات ذات القلب الحديدي .

ب/ ملفات التردد المتوسط :

وهي الملفات التي تستخدم الترددات المتوسطة كالتي تستخدم في أجهزة الراديو ذات التعديل السعوي AM يساوي 465KHz . وهي من الملفات ذات القلب المصنوع من مسحوق الحديد الفريت .

ج/ ملفات الترددات العالية :

هي الملفات التي تستخدم في الترددات العالية التي تزيد عن 2MHz مثل دوائر التنعيم في الراديو وهي من الملفات ذات القلب الهوائي .

3-2-5 الموحدات (Diodes) :

تعريف :

هو عنصر إلكتروني يسمح بمرور التيار الكهربائي بإتجاه واحد فقط ، من طرفه الموجب Anode إلى طرفه السالب Cathode وهو من أشباه الموصلات حيث يتكون من بلورة سالبة N-type وأخرى موجبة p-type .

أنواع الموحدات (Diodes) :

هنالك أنواع عديدة من الموحدات تختلف في الحجم والشكل والقيمة القصوى للتيار المسموح له بالمرور

من خلالها منها:

1. موحد ثنائي زينر Zener Diode
2. الموحد الضوئي Led Diode
3. موحد الفاريكتور Varactor Diode

ما يهمنا في هذه الدائرة هو إستخدام موحد ثنائي زينر حيث يعمل كموحد عادي في الإنحياز الأمامي ولكن يختلف عن الموحدات الأخرى في حالة الإنحياز العكسي حيث أنه صمم ليكون جهد الإنهيار له أكبر من تلك الموحدات

الشكل (3–10) يبين الموحد وأطراف توصيله

الشكل (3–11) يبين أنواع الموحدات المختلفة

3-2-6 المكثفات (Capacitores) :

هي أحد مكونات الدوائر الكهربائية، وهي أداة تقوم بتخزين الطاقة الكهربائية أو الشحنة الكهربائية لفترة من الزمن على شكل مجال كهربائي، يتكون من لوحين موصلين يحمل كل منهما شحنة كهربائية متساوية في المقدار ومتعاكسة في الإشارة. ومن ثم تُستخدم الشحنة الكهربائية أو تتبدد في الوقت المناسب. ويفصل اللوحين مادة عازلة (كالهواء مثلاً).

عند تركيبه في دائرة كهربية يمكنه تفريغ الشحنة المخزونة فيه لحظيا، كما يمكن إعادة شحنه. والمكثفات المصنّعة لها صفائح معدنية رقيقة موصلة للكهرباء توضع فوق بعضها وبينها طبقات العوازل أو تلف حول بعضها لتصغير حجم المواسعة. يطلق على المكثف أيضا مواسعة

أنواع المكثفات :

يتكون المكثف الكهربي من لوحين من مادة موصلة بينهما مادة عازلة ، ويتم تحديد نوع المكثف على حسب المادة العازلة المستخدمة في صناعته :

1. المكثف الهوائي.
2. المكثف السيراميكي.
3. المكثف البلاستيكي.

الشكل (3-12) يبين أنواع وأشكال المكثفات

إستخدام المكثفات :

يستعمل المكثف لترشيح إشارات التيار المتردد لمنع مرور التيار المستمر في الدائرة الكهربائية، حيث يعمل كمكثف ربط(Coupling) أو مكثف تسريب (Coupling) .

والغرض من إستعماله في هذه الدائرة عند شحنه هو العمل على تفريغ الشحنة داخل الملف ليعمل الملف على توليد مجال مغناطيسي وفيض مغناطيسي ويفرغ في المكثف حيث يتم عملية تبادل للطاقة (تفريغ وشحن).

حساب سعة المكثف :

هي النسبة بين الشحنة(كولوم) إلى فرق الجهد بين طرفي المكثف (فولت)

رياضيا :

$$C = Q/V$$

حيث:

Q= الشحنة(كولوم)

V= فرق الجهد(فولت)

يتضح من ذلك أن سعة المكثف تزيد بزيادة المساحة حيث أن الشحنة تزيد بزيادة مساحة سطح المكثف.

3-2-7 مراوح التبريد :

تعمل مراوح التبريد على خفض درجة حرارة الأجزاء الإلكترونية المكونة للدائرة الناتجة عن مرور التيار داخل هذه العناصر. وذلك بتوزيع الهواء الداخل على جميع أجزاء الدائرة وإخراج الهواء الساخن .

- **إتجاه ومكان المراوح داخل الجهاز :**

المراوح العلوية والجانبية : توضع المرواح الجانبية لإدخال الهواء من المحيط الخارجي إلى جسم الجهاز.

المراوح العلوية: توضع المراوح العلوية لإخراج الهواء الساخن من داخل الكيسة إلى المحيط الخارجي.

الشكل (3-13) يوضح شكل ومقياس مراوح التبريد

الشكل(3-14) الدائرة العملية المشروع

الفصل الرابع

آلية عمل دائرة التسخين بالحث الكهرومغنطيسي

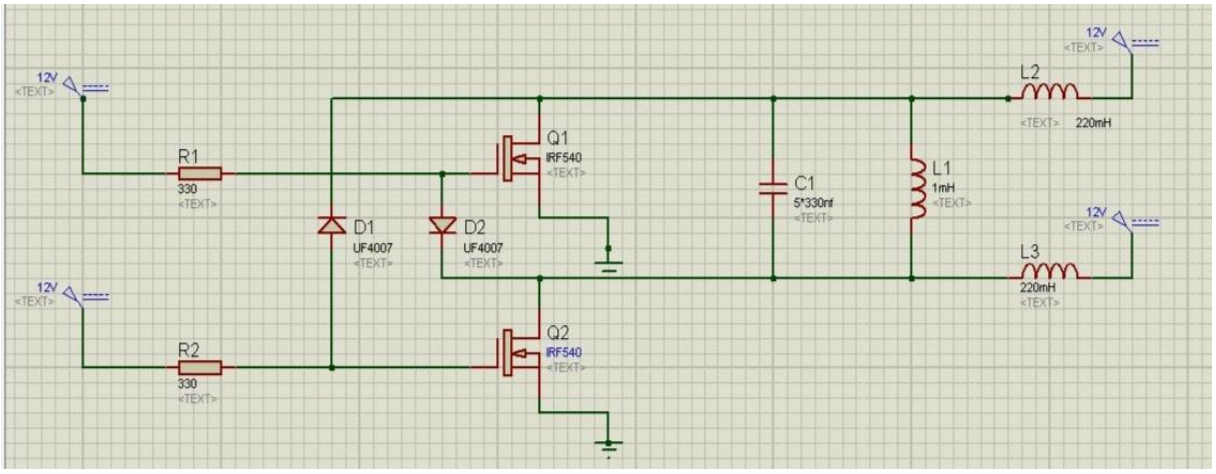
الفصل الرابع

آلية عمل دائرة التسخين بالحث الكهرومغنطيسي

4-1 آلية عمل الدائرة :

يتم تسخين المعدن في هذه الدائرة عن طريق التيارات الدوامية المتولدة داخل الملف عند تعرضه لحث مغناطيسي متغير والذي بدوره يؤثر على مقاومة المعدن المراد تسخينه عند وضعه داخله فتكون هنالك قدرة مفقودة على صورة حرارة .

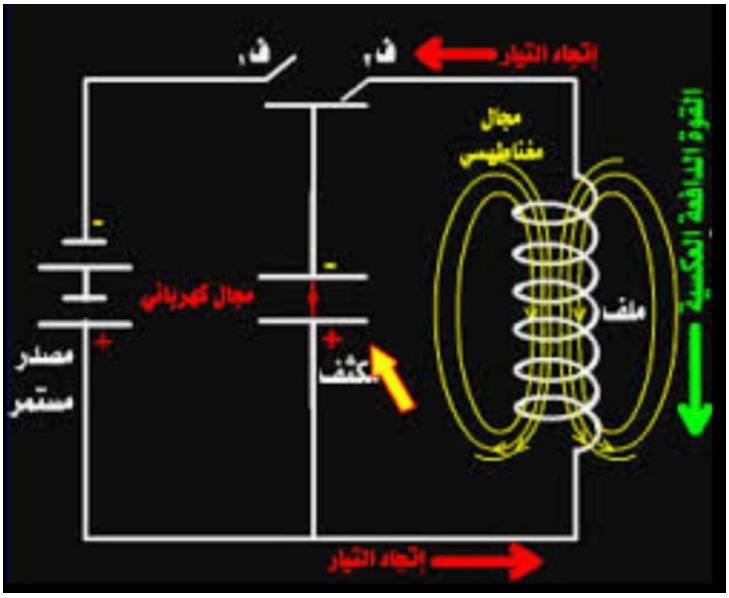
يتم تغذية الدائرة بمصدر جهد مستمر V(12-8) تيار A(5-3) ، يتم ربط الطرف الموجب بطرف المكثف nf(330*5) والطرف الأخر للمكثف يكون مربوط مع ملف حثي، الطرف السالب يكون مربوط مع مفتاحين عبارة عن ترانزستورين من نوع(Mosfet) يعملان بالتناوب لتوصيل الدائرة بالأرضي .



الشكل (4-1) يبين الدائرة الكهربائية للمشروع

يتم شحن المكثف فيقوم بتفريغ الشحنة في الملف ليولد مجال مغناطيسي، يولد من هذه الدائرة تيار متردد عن طريق دائرة الرنين (Resonance) وهي عبارة عن وجود ملف ومكثف يعملان مع بعضهما عن طريق الشحن والتفريغ في المكثف تنشأ من هذه العملية موجة جيبية تضمحل مع مرور الزمن حيث تبدد الطاقة على شكل حرارة بسبب وجود مقاومة المعدن ولكن لجعل الموجة الجيبية لا تضمحل يتم إعطاء

المكثف دفعات من الطاقة في فترات متزامنة بإستخدام ترانزستورين من النوع (Mosfet) لتعويض الفقد الحاصل في الملف.



الشكل (4–2) يبين دائرة الرنين

يتم تشغيل أحد الترانزستورات (ON) ويكون الأخر غير موصل (OFF) ويتم ذلك بتوصيل دايود بكل ترانزستور بحيث يوصل الدايود الأول في Gate بالترانزستور الأول إلى Drain بالترانزستور الثاني والدايود الثاني يوصل من Gate بالترانزستور الثاني إلى Drain بالترانزستور الأول عندما يعمل الترانزستور الأول يكون جهد الترانزستور الأخر (0.7)V أي أقل من جهد تشغيل (Mosfet) فيمنع تشغيل الترانزستور الثاني فيتم توصيل الترانزستور الأول بالأرضي و كذلك عند تشغيل الترانزستور الأول .

يتم توصيل الدائرة بملفين (وشيعة) مع ملف التسخين الرئيسي وذلك لتسريع مرور التيار في الملف يتم لف الملف بأي صورة تناسب الإحتياج فيكون التردد(التردد الطبيعي) والذي تتساوى فيه الممانعة الحثية للملف مع الممانعة السعوية للمكثف وهو عبارة عن:

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{(LC)}}$$

حيث :

F تمثل التردد

L تمثل الممانعة الحثية

C تمثل الممانعة السعوية

تسخدم عدد (5) مكثفات بمقدار nf(330) ومقاومتين لحماية الترانزستورات بمقدار Ω(330)

يتم وضع المعدن داخل الملف حيث يتم تسخين المعدن عندما يخترق المجال المغناطيسي للمحاثات المعدن القادر على توصيل الطاقة الكهربائية ، تستخدم أسلاك نحاسية سميكة لصنع محث. يقوم مولد خاص للطاقة الكهربائية بتزويدها بالمحث مما يؤدي إلى تيارات عالية التردد يمكن أن تتراوح من HZ (10) إلى عدة ميغا هيرتز نتيجة لتوجيه التيارات عالية التردد إلى المحرض فيتكون حوله مجال كهرومغناطيسي قوي، تعتمد قدرة تسخين المعدن المراد تسخينه على مقاومة المعدن ، كلما زادت مقاومة المواد الموصلة كلما زادت درجة الحرارة عندما يتم تمرير التيار خلالها فالمقاومة العالية لمعظم المعادن الحديدية إلى جانب التسخين الناجم عن التباطؤ يجعلها مثالية للتسخين الحثي لأن الحديد من نوع المعادن التي تسمى (ferro magnetic) ولكن هناك معادن أخرى لا تتأثر بصورة عالية كالتي تسير بها المعادن الحديدية مثل النحاس والألمونيوم .

3-5 النتائج :

تم إجراء هذه التجربة عمليا حيث تم توصيل جهاز تسخين وصهر المعادن بمصدر الطاقة الكهربائية وضبطت الجهود والتيارات بالقيم المناسبة ولوحظ أنه عند تمرير معدن من الحديد داخل ملف المجال المغناطيسي تتولد الحرارة داخل المعدن في زمن مقداره 15 sec .

الفصل الخامس

الخلاصة والتوصيات

الفصل الخامس

الخلاصة والتوصيات

5-1 الخلاصة :

تسخين المعادن من العمليات المهمة في الصناعات التي تعتمد على تشكيل المعادن بصورة رئيسية حسب الحاجة إليها فكانت الحوجة إلى إستخدام طرق مختلفة لصهر المعادن بطريقة آمنة وإقتصادية وذات كفاءة عالية بإستخدام وسائل ذات تقنيات حديثة .

تم تصميم جهاز لتسخين وصهر المعادن عن طريق الحث الكهرومغناطيسي دون الحاجة لوجود وسيط لنقل الحرارة .

5-2 التوصيات :

بعد الدراسة والتنفيذ للمشروع يوصى الباحثين على الأتي:

1- دراسة إمكانية إستخدام جهاز تسخين وصهر المعادن في المصانع ذات الإختصاص .

2- لابد من الدراسات والبحوث لإثبات الجدوى الإقتصادية للمشروع.

3- توفير المصادر والمعلومات اللازمة التي تساعد في هذا الإختصاص .

4- تأهيل الكوادر البشرية وتدريبهم على التعامل مع هذه التقنية .

المراجع

المراجع

1/ الموسوعة الحرة – البوابة الالكترونية

ar.m.wikipedia.or Gh-ia.com/induction_heating.html

2/ الموسوعة العربية العالمية – المجلد : السادس –رقم الصفحة :(621)

المراجع

1/ Poyser , A.W.(1892).Magnetism and Electricity

London & new york: دار النشر والطبع _ (285) صفحة

2/ William H.Hayt,Jr.John A.Buck: Engineering Electromagnetics sixthEdition

Page 327-324

3/ Induction and Dielectric Heating. British Electrical Development Association. 1962. P 8-9.