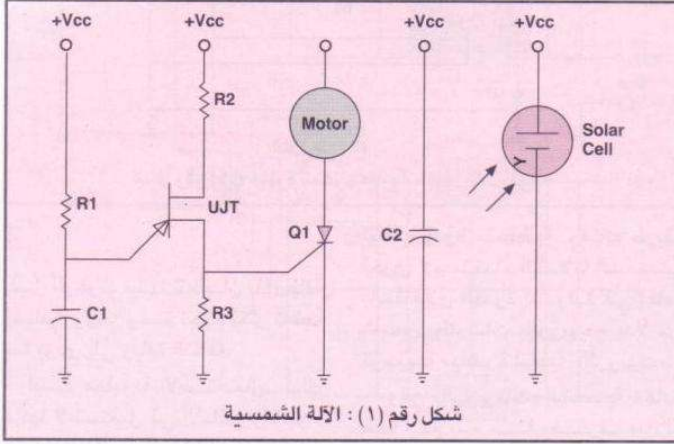


كيف تبني «روبوت» حقيقي؟

٢- مصدر القدرة Power Supply

مهندس علاء خميس

مدرس مساعد بكلية هندسة البترول - جامعة قناة السويس



شكل رقم (١): الآلة الشمسية

- في حالة استخدام المعادن الحديدية في صناعة أجزائها وتغلغل الرطوبة فيها.. فإن هذه الأجزاء ستكون عرضة للتلف.

«الروبوتات» الكهربائية

- المميزات:

- عادة ما يكون عنصر نقل الحركة الأساسي (المحرك الكهربائي) أخف وزناً من نظيره في «الروبوت» الهيدروليكي.
- أفضل من «الروبوت» الذي يستخدم مائعاً ما في نقل الحركة من حيث الدقة والتكرارية.
- ملائمة تماماً للظروف المحيطة.. حيث أنها هادئة نسبياً ونظيفة.
- سهولة الصيانة.
- خفة أجزائها المكونة.
- ملاءمة منظومة الحركة لمنظومة التحكم الإلكتروني.
- التحسن والتطور المتواصل لتصميمات ومواد المحركات الجديدة.

- العيوب:

- كثيراً ما تتطلب اندماج بعض أجزاء منظومة نقل الحركة الميكانيكية.. مما يجعل هذه الكتلة الإضافية والحركة

القدرة. تتيح معداتها سهولة وسرعة الأداء.. مع سهولة توفير الهواء المضغوط في المصانع.

- أجهزة القدرة الهوائية شائعة التطبيق في معظم الصناعات.. وهي تعمل بشكل مترابط ومحكم.

- السرعة العالية في العمل وفي فترة الاستجابة.. مما يجعل دورات العمل سريعة.

- وحدة التحكم بسيطة.. عادة ما تستخدم المعدات الميكانيكية.

- يمكن إعادة ربط أجزاء هذه الأجهزة المنفردة الواحدة مع الأخرى بسهولة.

- تكلفة صيانتها منخفضة.

- العيوب:

- صعوبة السيطرة والتوجيه خاصة علي الحركات المعقدة ما لم تكن هناك أجهزة الكتروميكانيكية معقدة تدمج مع المنظومة الهوائية.. مما يعني عدم إمكانية أداء سوي عمليات ذات تسلسل محدد وبسرعة ثابتة.
- بطء إعادة تنظيم المنظومة الهوائية.
- غير مناسبة لنقل أحمال ثقيلة وبتحكم دقيق بسبب قابلية الانضغاط العالية للهواء.

الروبوتات الكهربائية.

- القوى الناتجة كبيرة وبالإمكان نقلها مباشرة إلى الموقع المطلوب.

- يمكن استخدامها في المواقع الخطرة مثل تلك التي تكتنفها مخاطر الانفجار أو الحريق بشرط أن تكون كمية الطاقة المطلوبة لأجهزة السيطرة صغيرة. ولزيد من الأمان.. تكون مصادر القدرة اللازمة لتوليد الضغط الهيدروليكي في موضع بعيد عن منطقة العمل وتستخدم مائعاً هيدروليكيًا غير قابل للاشتعال.

- القدرة على نقل أحمال أكبر من «الروبوتات» الكهربائية والهوائية.

- القدرة العالية لمقاومة وتحمل الصدمات.

- عدم الحاجة إلى توصيلات ميكانيكية.

- العيوب:

- أقل اعتمادية Reliability في العمل من «الروبوتات» الكهربائية.
- يتسبب تسرب الموائع المستخدمة من أجهزة نقل القدرة في ضياع جزء من كفاءة الأداء وتلوث منطقة العمل.
- زيادة الضوضاء المتولدة عنها (حوالي ٧٠ ديسيبل).. إذا لم يتم استخدام وسائل الوقاية المناسبة مثل كواتم الصوت.

- تغيير لزوجة المائع الهيدروليكي بتغير درجات الحرارة.. حيث تزيد بانخفاض درجة الحرارة مما يؤدي إلى أن يبطء ويثقل حركة «الروبوت».

- «الروبوتات» الصغيرة.. عادة ما تكون غير اقتصادية عملياً لأن تكلفة المعدات الهيدروليكية لا تتناقص بصغر حجم المعدة.

- منظومات التحكم الهيدروليكية معقدة.

«الروبوتات» الهوائية

- المميزات:

- تستخدم أرخص أنواع أجهزة القيادة المنفصل مطلوب لكل مفصل من مفصلات «الروبوت» وكذلك للألة أو المعدة الموجودة في نهاية ذراع «الروبوت».. فإن بعض أنواع «الروبوتات» تستخدم نوعين أو كل الأنواع الثلاثة من مصادر القدرة.

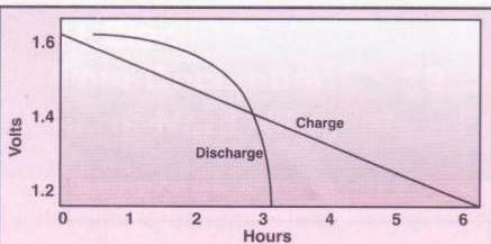
تتناول هذه الدراسة.. كيفية تصميم مصدر القدرة Power Supply اللازم لتغذية وإدارة وحدة الحركة «بالروبوت». والتي تكون إما قدرة كهربية أو قدرة موائع (هيدروليكية - هوائية).. إلا إن طريقة الإدارة الأكثر شيوعاً الآن هي القدرة الكهربائية باستخدام أنواع مختلفة من المحركات مثل.. محرك التيار المستمر D.C Motor.. ومحرك الخطوة Stepper Motor.. والمحرك الخالي من الفرشاة Brushless Motor.. وذلك لسهولة التحكم الإلكتروني في السرعة واتجاه الحركة.

ولازالت «الروبوتات» الهيدروليكية.. شائعة الاستخدام في المنشآت الصناعية.. لأنها تزودنا بقدرة عالية بالرغم من صعوبة توجيهها والسيطرة عليها وارتفاع تكلفتها والضوضاء الناتجة عنها. أما «الروبوتات» الهوائية.. فإنها أسرع وأرخص نسبياً ولكنها عادة ما تكون من نوع ذي أسلوب سيطرة لا تحكمي.. وهي مثالية للاستخدام في أعمال التجميع الخفيفة أو الالتقاط.. ولكنها لا تناسب التطبيقات ذات الأعمال الشاقة أو عندما تكون منظومة التحكم المطلوبة سريعة. وبينما تستخدم منظومة القدرة الميكانيكية.. الضغط العالي للموائع (مثل النفط) لنقل القوى إلى النقطة المطلوب تنفيذ التطبيق عندها.. فإن منظومة القدرة الهوائية تستخدم الضغط العالي المتولد من انضغاط الهواء. وقد أدت التطورات والتقنيات الحديثة في تصميم المحرك الكهربائي ومنظومات التحكم.. أن تكون أغلب «الروبوتات» الحديثة ذات مكونات كهربية.. ونظراً لأن جهاز السيطرة والقيادة المنفصل مطلوب لكل مفصل من مفصلات «الروبوت» وكذلك للألة أو المعدة الموجودة في نهاية ذراع «الروبوت».. فإن بعض أنواع «الروبوتات» تستخدم نوعين أو كل الأنواع الثلاثة من مصادر القدرة.

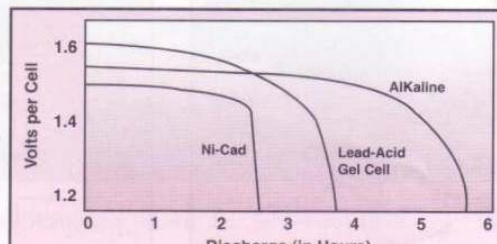
«الروبوتات» الهيدروليكية

- المميزات:

- نسبة القدرة المتولدة إلى حجم أجهزة نقل القدرة والمحركات الهيدروليكية أكبر من نظيرتها في



شكل رقم (٣): منحني الشحن والتفريغ لبطارية «نيكل كاديوم»



شكل رقم (٢): منحنيات التفريغ لأنواع مختلفة من البطاريات

على سبيل المثال.. إذا كانت سعة بطارية AA هي ٠.٨٥ أمبير ساعة.. فإن عملية الشحن يجب أن تتم باستخدام تيار قيمته ٨٥ مللي أمبير لمدة ١٤ ساعة. عند اكتمال عملية الشحن.. ينصح بتخفيض التيار إلى ٣٠/١ أو "C/30" لتجنب تلف البطارية أو حدوث شحن زائد. يوضح الشكل رقم (٤) تصميم دائرة الشاحن لبطارية «نيكل كادميوم». تشمل قائمة مكونات الدائرة المطلوبة:

U1: LM 220: Voltage Regulator
L1 DPDT: Relay (5V or 12V)
D1: Red LED
D2: Green LED
D3: 1N4004
Q1: SCR
V1: 5/K PC-Mounted Potentiometer
R1: 330 Ω - 1/4 watt
R2: 5 Ω - 2 watt
R3: 10 Ω - 2 watt
R4: 220 Ω - 1/4 watt
Wall Transformer

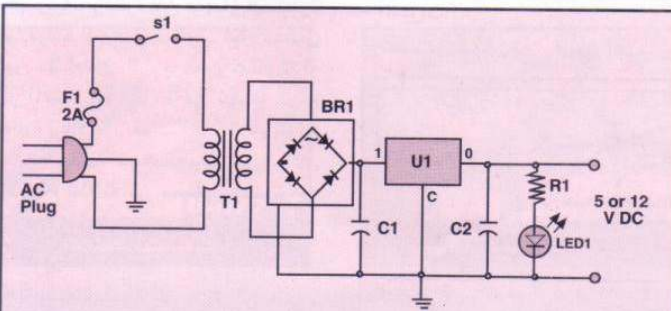
ويوضح الشكل رقم (٥) دائرة المرحل DPDT الذي يمكن استخدامه لعكس القطبية وبالتالي تغيير اتجاه حركة المحرك.

٣- موحّدات الجهد Voltage Rectifiers:

يمكن تغذية «الروبوت» باستخدام مصدر قدرة يعتمد على عملية تقويم اتجاه التيار المتردد للحصول على مصدر جهد ثابت. تعمل معظم «الروبوتات» الصغيرة على جهد مقنن ٥ أو ١٢ ف والذي يتم به تغذية معظم أنواع المحركات والدوائر الإلكترونية. يوضح الشكل رقم (٦) دائرة مصدر قدرة يوفر جهداً ثابتاً ٥ ، ١٢ ف على التوالي.

تشمل المكونات المطلوبة للدائرة ذات مصدر الجهد ٥ ف:

U1: LM 7805 (+5V DC) Voltage Reg.
BR1: 4 A Bridge Rectifier
T1: 12.6 V , 1.2 A Transformer



شكل رقم (٦) : دائرة مصدر جهد ٥ أو ١٢ ف

المحرك ذا كفاءة منخفضة. أيضاً.. يمكن تسريع عملية الشحن بإضافة خلايا شمسية. تشمل قائمة المكونات اللازم لتصميم دائرة القدرة:

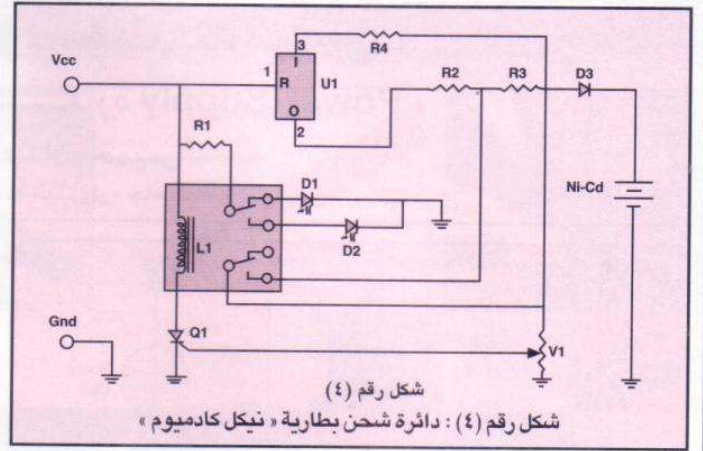
2 N2646
2 N5060
C1: 22 μF
C2: 4700 μF
HE Motor
Solar Cell
PCB
R1: 100 KΩ - 1/4watt
R1: 4.7 KΩ - 1/4watt
R1: 2.2 KΩ - 1/4watt

٢- البطاريات:

تعتبر البطاريات.. من أكثر المصادر المستخدمة لتوفير الطاقة الكهربائية اللازمة لتشغيل «الروبوت» بغض النظر عن نوع البطارية. فالمعروف.. أن قدرة البطارية بالأمبير ساعة هو حاصل ضرب قيمة التيار المسحوب من البطارية في زمن مروره.. بمعنى أنه إذا كان لدينا بطارية ٢ أمبير ساعة فإن هذه البطارية يمكنها أن تمينا بتيار قيمته ٢ أمبير لمدة ساعة واحدة أو تيار واحد أمبير لمدة ساعتين إلخ...

ولما كان جهد البطارية يعتمد على عمرها.. فإذا قمنا بقياس جهد بطارية جديدة من النوع 1.5 V Al- D-sized kaline مثلاً.. فسوف نحصل على ١.٦٥ ف. وتعتبر البطارية فارغة إذا قل جهدها عن واحد فولت. يوضح الشكل رقم (٧) منحنيات التفريغ لأنواع مختلفة من البطاريات.

كما يوضح الشكل رقم (٣) منحني الشحن والتفريغ لبطارية «نيكل كادميوم» قابلة لإعادة الشحن.. حيث يلاحظ أن زمن الشحن دائماً أطول من زمن التفريغ. وتعتبر بطاريات «النيكل كادميوم» من أكثر أنواع البطاريات استخداماً في «الروبوتات». ويوصي مصنعو هذه البطاريات بشحنها عند ١٠/١ من سعتها المقننة فيما يسمى "C/10".



شكل رقم (٤) : دائرة شحن بطارية «نيكل كادميوم»

تتطلب قدرة منخفضة. وهناك طريقة أخرى لاستخدام الخلايا الشمسية باستغلال القدرة المتولدة في إعادة شحن بطاريات «الروبوت» بدلاً من توجيهها مباشرة لتغذية «الروبوت». وفي «الروبوتات» الشمسية.. عادة ما يتم بناء ما يعرف «بالآلة الشمسية» Solar Engine.. وهي دائرة تتكون من خلية شمسية ومكثف رئيسي ودائرة بدء تشغيل Trigger Circuit - شكل رقم (١). وفي هذه الدائرة:

- تشحن الخلية الشمسية عند تعرضها للضوء المكثف الرئيسي C2.
- بشحن المكثف.. يرتفع جهد الدائرة.
- يبدأ UJT في الاهتزاز وإرسال نبضة بدء التشغيل إلى SRC.
- عند ارتفاع جهد الدائرة عن ٢ ف.. تكون نبضة التشغيل كافية لتشغيل SRC.
- عند بدء انغلاق SRC.. يتم تفريغ كل الطاقة المخزنة بالمكثف الرئيسي في محرك عالي الكفاءة.
- عند إفراغ المكثف من الشحنة.. تعاود الخلية الشمسية شحنه.. وتكرر الدورة.

يلاحظ هنا ضرورة استخدام محرك عالي الكفاءة.. يمكن الاعتماد عليه بعد ذلك في تحريك «الروبوت». ولاختبار «المحرك».. يمكن تشغيله مع فرملة العضو الدوار عند الحركة. وفي حالة وجود مقاومة عالية.. يكون

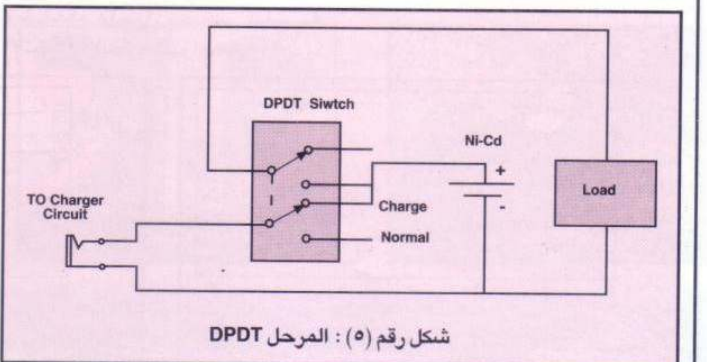
غير المرغوب فيها تتطلبان بذل طاقة إضافية وربما وحدة تحكم أكثر تعقيداً مما يؤدي إلى زيادة التكلفة.

- ليست مأمونة الاستعمال.. لذلك فإنها لا تستعمل في الأماكن والأجواء القابلة للانفجار.. إلا أن المحركات الخالية من الفرش تتيح إمكانية استخدام «الروبوتات» الكهربائية في بعض التطبيقات التي تكتنفها مخاطر الانفجار أو اشتعال النار مثل الرش بالدهان (الصباغة) لأن احتمال تولد الشرارة في مثل هذا النوع من المحركات يكون مستبعداً.

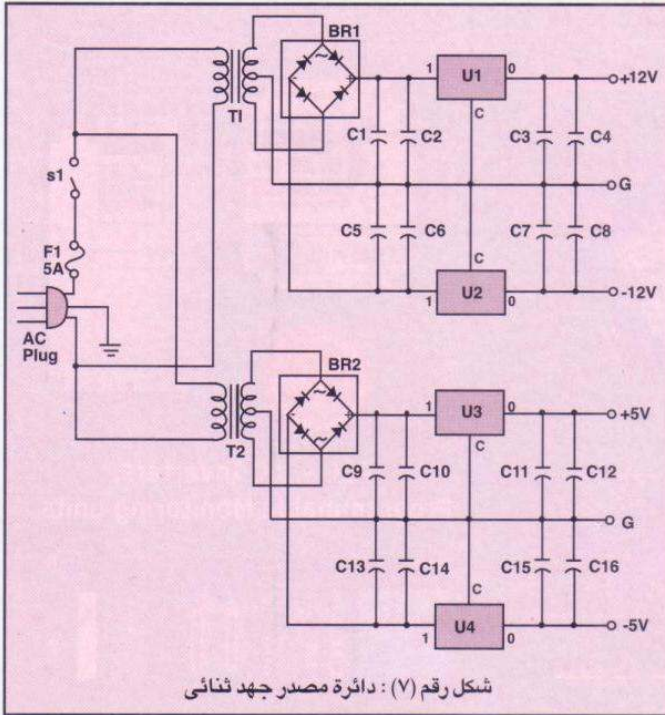
مصادر القدرة الكهربائية

يتطلب المحرك الكهربائي - الذي يعتبر مصدراً للقدرة الحركية «للروبوت» - وجود أحد مصادر القدرة التالية لإمداده بالطاقة الكهربائية اللازمة للتشغيل..

١- الخلايا الشمسية Solar Cells:
تحول الخلايا الشمسية الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية. وللحصول على القدرة الكهربائية المطلوبة.. عادة ما يتم تجميع أكثر من خلية لتشكيل وحدة التغذية. ويراعى عند تصميم «الروبوتات» التي تعمل بهذا النوع من القدرة.. صغر الحجم حتى لا تتطلب قدرة عالية.. وقوة التحمل وذلك باستخدام مواد خفيفة ووحدات إلكترونية



شكل رقم (٥) : المرحل DPDT



شكل رقم (٧) : دائرة مصدر جهد ثنائى

for U1, Binding Posts, AC Cord with Plug, Chassis.

"All resistors 5 or 10 % tolerance, 1/4-watt, all capacitors 10 % tolerance"

C15: 2000 µF Electrolytic Cap
C4,C8,C12,C16: 100 µF Electrolytic Capacitor, 35 V min.

LED1: Light Emitting Diode.
Misc. Fuse Holder, Heat Sink

Misc. Fuse Holder, Heat Sink for U1, Binding Posts, AC Cord with Plug, Chassis.

"All resistors 5 or 10 % tolerance, 1/4-watt, all capacitors 10% tolerance"

وتوفر الدائرة الموضحة بالشكل رقم (٧) مصدر قدرة يمكن الحصول منه على جهد ٥ أو ١٢ ف... وتشمل قائمة مكوناتها:

U1: LM/7812 (+12V DC) Voltage Reg.

U2: LM/7912 (-12V DC) Voltage Reg.

U3: LM/7805 (+5V DC) Voltage Reg.

U4: LM/7905 (-5V DC) Voltage Reg.

BR1, BR2: 4 A Bridge Rectifier
T1: 25.2 V, 3 A Center Tapped AC Transformer

T2: 18 V, 2 Amp Center Tapped AC Transformer

F1: 5 A Slow - Blow Fuse
S1: SPST Toggle Switch

C1, C5, C9, C13: 2000 µF Electrolytic Capacitor, 35 V min.

C2, C3, C6, C7, C10, C11, C14,

F1: 2 A Slow - Blow Fuse

S1: SPST Toggle Switch

R1: 270 Ω Resistor

C1: 3000 µF Electrolytic Cap., 35 V min.

C2: 100 µF Electrolytic Cap., 35 V min.

LED1: Light Emitting Diode.

Misc. Fuse Holder, Heat Sink for U1, Binding Posts, AC Cord with Plug, Chassis.

"All resistors 5 or 10 percent tolerance, 1/4-watt, all capacitors 10 percent tolerance"

وتشمل قائمة مكونات الدائرة ذات مصدر الجهد ١٢ ف:

U1: LM 7812 (+12V DC) Voltage Reg.

BR1: 4 A Bridge Rectifier

T1: 18 V , 2 A AC Transformer

F1: 2 Amp Slow - Blow Fuse

S1: SPST Toggle Switch

R1: 330 Ω Resistor

C1: 3000µF Electrolytic Cap., 35 V min.

C2: 100 µF Electrolytic Cap., 35 V min.

LED1: Light Emitting Diode.