

التحكم بسوية الماء في خزان باستخدام عدد من الدارات المتكاملة

الدكتور كمال محمود عفيصر*

الدكتور حسن أحمد إسماعيل**

شوكت شاهين شاهين***

(تاريخ الإيداع 27 / 12 / 2015. قُبِلَ للنشر في 19 / 5 / 2016)

□ ملخص □

يهدف هذا البحث إلى تحقيق دائرة إلكترونية للتحكم بسوية الماء في خزان. تُظهر الدارة سوية الماء على شكل أرقام عشرية. يمكن التحكم بحجم الماء بحيث إنه إذا انخفضت سوية الماء عن قيمة محددة يتم اختيارها مسبقاً باستخدام مسبر Probe تعمل مضخة المياه. وعندما تصل سوية الماء إلى قيمة أخرى محددة تتوقف المضخة عن العمل. لقد استخدمنا للتحكم بسوية الماء وعاء من الزجاج الشفاف حجمه 15 L مدرج بتسع سويات للماء. إضافة إلى ذلك ونظراً للتطبيقات الواسعة للوحة الإلكترونية المحققة، يمكننا قياس سرعة دوران محركات DC ضمن مجال واسع (من 0001 إلى 9999) دورة خلال مدة زمنية اختيارية تتراوح من 1 s إلى 110 s، وإظهار هذه السرعة على أربع أدوات إظهار كما تتضمن هذه الدارة قاطعة reset/start لمسح الشاشة وإعادة القياس. قمنا بإجراء هذه الدراسة على عينات من الماء مأخوذة من الصنبور، ومن أجل عدة قيم للبعد بين المسابير ولجهد التغذية. وجدنا استجابة سريعة في إظهار السويات وكفاءة عالية في الأداء. وقسنا عدد دورات محرك خاص صغير من أجل عدة قيم للجهد المطبق بين قطبيه خلال 30 s و 60 s ورسمنا العلاقة بين عدد الدورات والجهد المطبق فوجدنا أنها علاقة خطية.

الكلمات المفتاحية: سوية الماء، المؤقت الزمني، المضخة، الترانزستور، سرعة الدوران.

*أستاذ مساعد - قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية .

**أستاذ - قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية .

***طالب ماجستير في الإلكترونيات - قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية .

Water level control in a tank using a number of integrated circuits

Dr. Kamal M. Ofeisa^{*}
Dr. Hassan A. Ismail^{**}
Shawkat Sh.Shahen^{***}

(Received 27 / 12 / 2015. Accepted 19 / 5 /2016)

□ ABSTRACT □

The purpose of this research is to design and realization of an electronic circuit that is able to control the water level in a tank. The circuit shows a tank water level in decimal numbers and controls the volume of water in the tank. So that when the level of water drops below a specific value that is preselected using a probe, the pump water works. When the water level reaches to another limit value, the pump stops working. We used for water level control a container which is made by transparent glass with volume of 15 L. the container is divided in nine levels. In addition to this purpose, because of large applications for realized electronic board, The circuit measures the speed of rotation of DC motors in a wide range (0001 to 9999) cycles during a chosen period of time that ranges from 1 sec to 110 sec and display the speed of rotation in decimal numbers that appears on four displays. Moreover, the circuit contains a switch reset/start, for display clear and restart of measurement.

This study was carried out on samples of tap water, for several values of distance between the probes, and power supply. We found a quick response in showing levels and high efficiency in performance. We measured the number of special motor cycles for several values of the power supply during 30 s and 60 s, and the relation between the number of cycles and applied voltage was drawing we found it a linear relation.

Keywords: water level, pump control, timer, Transistor, speed of rotation.

^{*} Associate Professor at Department of Physics, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.

^{**} Professor at Department of Physics, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.

^{***} Master Student in electronics at Department of Physics, Faculty of Science, Tishreen University, Lattakia, Syria.

مقدمة:

تشكل الموارد المائية أهم الثروات الطبيعية التي يعتمد عليها مستقبل وتطور الحضارة الإنسانية، وتعد المحافظة على هذه الموارد ضرورة ملحة لمستقبل الإنسان . إن معظم الأراضي المروية في القطر العربي السوري تتركز في المناطق الجافة وشبه الجافة حيث يتصف المناخ بتغيراته السنوية الكبيرة، ويعد نظام الهطول المطري غير مستقر وفعالته ضعيفة جدا. نظرا لارتفاع درجات الحرارة وانخفاض الرطوبة إضافة إلى التعرض الشديد للطاقة الشمسية في معظم أيام السنة، انخفضت مستويات المياه الجوفية، م ما دعا الباحثين إلى الاهتمام بعملية ترشيد المياه والتحكم بها وابتكار عدة طرق للتحكم بهذه العملية ، والبحث عن أدوات سهلة الاستخدام لتحقيق غاياتهم كالتحكم المكروي [1][2] microcontroller، والمعالج المكروي [3] microprocessor، أو عناصر الكترونية بسيطة، وتنوعت الحساسات sensors المستخدمة فمنها كهربي يعتمد على الناقلية الكهربية للماء [4]، وميكانيكي من النوع العائم [5] float، والكتروني يعتمد على الأشعة تحت الحمراء [6]، هناك طريقة مكلفة ولكن يمكن استخدامها لقياس مستوى السائل عبر قياس سرعة ارتداد الأمواج فوق الصوتية على سطح السائل [7]، ولنقل الإشارة فهناك طرق سلكية [4] ولا سلكية [3]، أما مستوى السائل فيظهر بشكل تماثلي أو رقمي. ومؤخرا تمت عملية ربط الدارات بحاسب يسمح بتسجيل المعطيات وتحميلها على صفحات انترنت خاصة أو إرسالها على شكل رسالة نصية إلى عنوان محدد [8].

أهمية البحث وأهدافه:

يهدف هذا البحث إلى تحقيق دائرة إلكترونية للتحكم بسوية الماء في خزان . يمكننا باستخدام هذه الدارة إظهار تسع سويات للماء "قابلة للزيادة" بالاعتماد على الناقلية الكهربية للماء، وبواسطة حساسات عبارة عن مسابر توضع على ارتفاعات مختلفة وموزعة بشكل دائري حول مسبر مركزي موصول إلى قطب التغذية الموجب $V_{CC} = +5V$ ويضبط حجم الماء بين سويتين اختياريتين باستخدام وحدة الاختيار، ودارة التحكم بعمل المضخة، ويمكننا قياس سرعة دوران المحركات DC ضمن مجال واسع نظرا للتطبيقات الواسعة للوحة الإلكترونية المحققة. يعد الماء ذا أهمية كبيرة في حياتنا اليومية، ونظرا لأن كمية كبيرة من مياه الشرب تهدر نتيجة لسوء استخدامها فيعد إجراء مثل هذه البحوث ذا أهمية للحد من هدرها.

تم إجراء البحث والدراسة في مخبر ماجستير الإلكترونيات في قسم الفيزياء - كلية العلوم-جامعة تشرين.

طرائق البحث ومواده:

إن تنامي المعرفة العلمية الإلكترونية وتطور علم التصميم الرقمي مهد السبيل لإشراقه جديدة نحو المستقبل والبحث عن طرائق مبتكرة لتوظيف هذه المعرفة ، فكان عاملا محفزا للكثير من ال علماء والباحثين من اجل تطوير أجهزتهم وداراتهم للحصول على نتائج علمية أفضل، تخدم المصلحة العامة . من هنا بدأ الاتجاه إلى استخدام هذه التقنيات للتحكم في العديد من المنظومات وخاصة في مجال التحكم بسوية الماء، وقياس سرعة دوران المحركات DC. تم في بحثنا استخدام مضخة صغيرة الحجم تعمل بجهد تغذية مستمر $V_{CC} = +12V$ حيث إن قطر أنبوب السحب وأنبوب الدفع 4mm . كما تم استخدام خزانين للمياه أحدهما عبارة عن وعاء زجاجي شفاف بشكل متوازي المستطيلات أبعاده الداخلية : الطول 25 cm ، العرض 20 cm ، الارتفاع 30 cm أي أن حجمه L15 . تم وضعه على سطح إحدى طاوولات المخبر والآخر بلاستيكي يوضع على الأرض.

العناصر المكونة للدائرة المستخدمة في هذا البحث:

1 -مفكك الترميز (74LS47) Decoder:

إن مفكك الترميز هذا يقبل ترميز BCD على مداخله ويفعل المخارج لتعطي على شاشة الإظهار قيماً عشرية مقروءة. حيث تُدخل الرموز الثنائية العشرية التي سنفك رموزها وتتحول إلى المخارج السبعة ليعمل المفكك على إظهارها على شاشة الإظهار [9] Display.

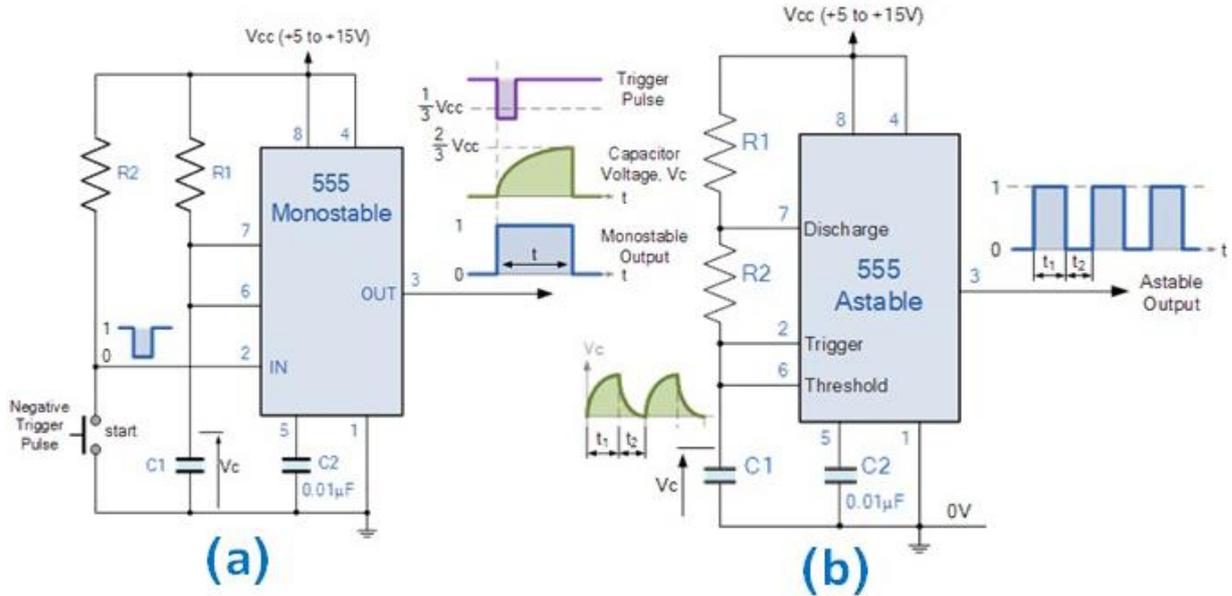
2 -قادح شميت (74LS14) The Schmitt Trigger:

إن قادح شميت عبارة عن دائرة تعطي في مخرجها إشارة مربعة تتغير بين سويتين منطقيتين مهما كان شكل الإشارة المطبقة على المدخل. تم في بحثنا استخدام قادح شميت 74LS14 من أجل الحصول على النبضات المربعة الداخلة على بوابة AND [10].

3 -المؤقت الزمني 555:

يُعدّ هذا المؤقت من الدارات المتكاملة الأكثر استخداماً والتي تمتاز بثوقية ودقة عاليتين وسهولة في التطبيق. للدائرة نمطا تشغيل : أحادي الاستقرار Monostable تعطي هذه الدارة نبضة بزمان معين عند تطبيق نبضة سالبة على مدخل القدح Trigger. ويمكن التحكم بعرضها عن طريق مقاومة ومكثفة خارجيتين R_1 ، C_1 كما هو موضح في الشكل (1-a). أما في النمط عديم الاستقرار Astable تعمل هذه الدارة كمولد نبضات مربعة حيث يوصل مدخل القدح إلى مدخل العتبة Threshold وتحدد المقاومتان R_1 ، R_2 الخارجيتان والمكثفة C_1 تردد الاهتزاز كما هو مبين في الشكل (1-b) [11].

تم في بحثنا استخدام الدارة المتكاملة 555 كهزاز أحادي الاستقرار للتحكم بالمدة الزمنية لعمل عداد السرعة.



الشكل (1): دائرة المؤقت الزمني 555 ومخطط نقاط توصيله Pins.

4 -الدارة المتكاملة (74LS08) AND Gate:

تحتوي هذه الدارة في داخلها على أربع بوابات مستقلة عن بعضها بعضاً لكل منها مدخلين ومخرج واحد. تعطي كل بوابة من هذه البوابات الأربع في مخرجها الرقم المنطقي (1) إذا كان كلا المدخلين في الرقم المنطقي (1) [12].

5 - الحساس الضوئي (OS02B) :Optical Sensor

يتألف الحساس الضوئي من ديود ضوئي LED يصدر الأشعة تحت الحمراء التي ترسل إلى قاعدة ترانزستور ضوئي، وهذان العنصران مثبتان بشكل متقابل [13].

6 - الحاكمة Relay

تستخدم الحاكمة بشكل واسع في الوصل بين الدارات الإلكترونية المنخفضة الجهد والتيار والدارات الكهربائية المرتفعة الجهد والتيار وذلك من أجل حماية الدارة ذات الجهد والتيار المنخفضين والتحكم بشكل فعال بالدارة ذات الجهد والتيار المرتفعين [14].

7 - المرمز (74LS147) Encoder

عبارة عن دارة متكاملة ذات منطق سالب، أي أن المدخل الفعال هو المطبق عليه جهد سالب Low ، أما المدخل المطبق عليه جهد موجب High فهو غير فعال ، وهذا النوع من المرمزات يرمز فقط الرقم الأعلى ، ويقوم بتحويل الرقم من عشري Decimal إلى عشري مرمز ثنائياً BCD [14],[15].

8 - الدارة المتكاملة (74LS04) NOT Gate

تحتوي هذه الدارة في داخلها على ست بوابات عاكسة مستقلة عن بعضها بعضاً لكل منها مدخل واحد ومخرج واحد. تقوم كل بوابة من هذه البوابات الست بعكس القيمة المنطقية المطبقة على مدخلها ومن هنا أتت تسميتها بالعاكس Inverter . عندما نطبق على أحد المداخل (1) منطقي صبح مخرج هذه البوابة (0) منطقي، والعكس صحيح [15].

9 - الترانزيستور (BC337) المتعدد الأغراض:

يستخدم الترانزيستور في مجالين هما: عمله كقاطعة إلكترونية ، و عمله كمضخم ، وفي بحثنا هذا سوف نستخدمه كقاطعة إلكترونية. يتميز هذا الترانزيستور بأنه يتحمل تياراً شدته العظمى 500mA وجهده الأعظمي 45V، واستطاعته 625 mW [16].

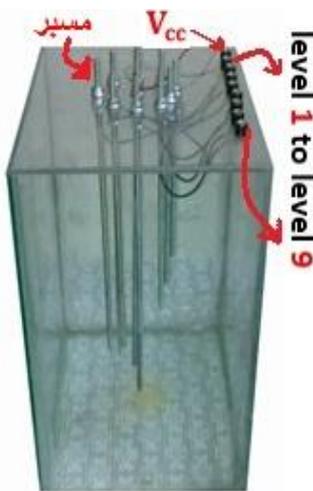
النتائج والمناقشة:

لإجراء هذا البحث قمنا بتحقيق دارة إلكترونية تتألف من القسمين التاليين:

القسم الأول: إظهار سوية الماء والتحكم بعمل المضخة:

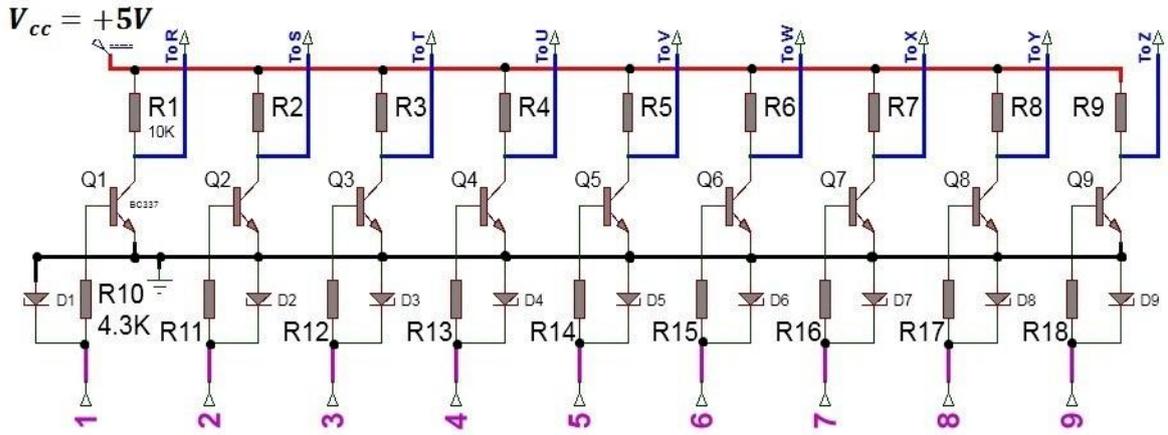
يتألف هذا القسم من العناصر والدارات التالية:

1 - الحساس:



يتألف من عشرة مسابر معدنية بأطوال مختلفة قابلة للضبط ، يُحدد كل واحد منها سوية معينة للماء في الخزان المستخدم ، موزعة بشكل دائري بنصف قطر $R=3\text{ cm}$ حول مسبر مركزي كما هو موضح بالشكل (2) ، حيث إن قطر المسابر المستخدمة $d=6\text{mm}$. يوصل المسبر المركزي إلى جهد التغذية الموجب $V_{cc} = +5V$. أما بقية المسابر فتوصل إلى قاعدة كل من الترانزستورات Q_1, Q_2, \dots, Q_9 عبر المقاومات $R_{10}, R_{11}, \dots, R_{18}$ الموضحة بالشكل (3) . أما ديودات زينر D_1, D_2, \dots, D_9 فهي لتثبيت الجهد عند مداخل المقاومات $R_{10}, R_{11}, \dots, R_{18}$ على $+5V$.

الشكل (2): توزع المسابر في الخزان المستخدم.



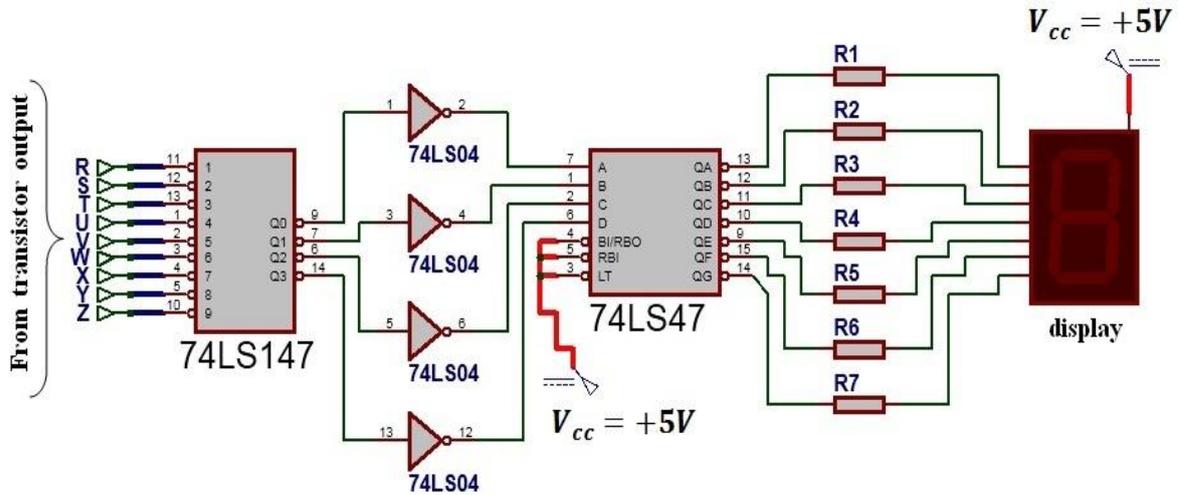
الشكل (3): دارة حساس سوية الماء.

تتلخص آلية عمل هذا القسم على استخدام الترانزيستور كقاطعة إلكترونية في وصلة الباعث المشترك. فعند

وصول الماء إلى المسبر المعني والموصول عبر المقاومة $R_B = 4.3k\Omega$ إلى قاعدة الترانزيستور يصبح هذا الترانزيستور في حالة عمل on ، مما يؤدي لجعل كامل جهد التغذية على المقاومة $R_C = 10k\Omega$ للمجمع (إحدى المقاومات من R_1 إلى R_9) ، عندئذ تصبح قيمة $V_{CE} \cong 0V$. أما عند انخفاض سوية الماء دون مستوى المسبر المعني ، يصبح الترانزيستور المتصل به في حالة توقف off وقيمة الجهد $V_{CE} = 5V$ وهذه القيم ملائمة لقيادة الدارات المتكاملة IC من عائلة TTL المستخدمة في بحثنا.

2 - إظهار سويات الماء:

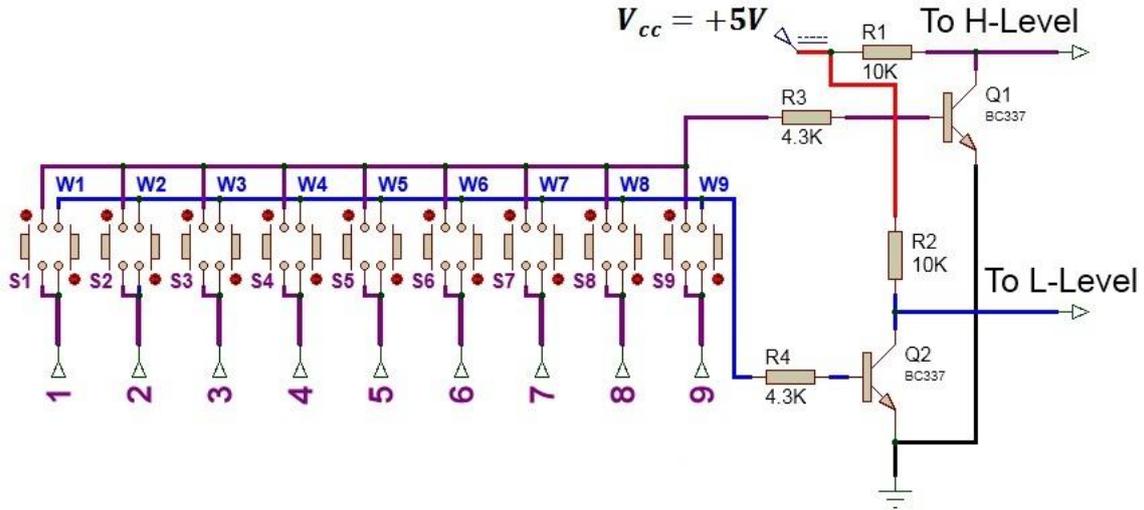
تعمل هذه المنظومة الرقمية على إظهار المعلومات الواردة من وحدة الحساس على شكل أرقام عشرية ، وكل رقم يمثل سوية للماء ، وهي تتألف من المرمز 74LS147 والدارة المتكاملة 74LS04 ومفكك الترميز 74LS47 وأداة الإظهار ذات المصعد المشترك كما هو موضح بالشكل (4).
مهمة المرمز تحويل الرقم العشري إلى رقم عشري مرمز ثنائياً (BCD 8421) ، وهو يرمز فقط الرقم الأعلى. أما مفكك الترميز فيحول الرقم العشري المرمز ثنائياً إلى العدد العشري المألوف وذلك بوصله مع أداة الإظهار. لكي يعمل المفكك يجب وصل المدخلين LT و BI إلى جهد التغذية الموجب.



الشكل (4): وحدة إظهار سوية الماء.

3 - دائرة اختيار السويات:

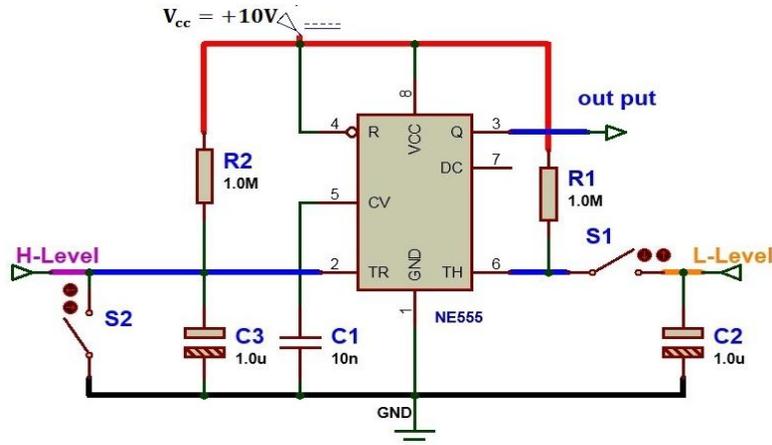
يبين الشكل (5) مخطط دائرة اختيار السويات والتي تتألف من القاطعات W_1, W_2, \dots, W_9 والترانزيستور Q_1 لاختيار السوية العليا ، ومن القاطعات S_1, S_2, \dots, S_9 والترانزيستور Q_2 لاختيار السوية الدنيا. عندما تكون إحدى هذه القاطعات في حالة وصل ، يتم نقل المعلومة من خط النقل BUS المعني إلى قاعدة الترانزيستور الموافق له . تُرابط المداخل 1,2,3...9 لهذه الدارة مع المداخل 1,2,3...9 في دائرة حساس سوية الماء الشكل (3).



الشكل(5): وحدة اختيار السويات.

4 - التحكم بعمل المضخة:

تتألف وحدة التحكم بعمل المضخة من دائرة المؤقت الزمني 555 والمقاومتين R_1, R_2 والمكثفات C_1, C_2, C_3 والتي تعمل بوضعين أساسيين: في الوضع الأول يتم تحديد السويتين العليا والدنيا للماء في الخزان اللتين ينبغي لسوية الماء أن تبقى محصورة بينهما. تصدر الأوامر لمضخة الماء بالعمل فقط عندما تصبح سوية الماء دون السوية الدنيا. في الوضع الثاني عندما تنخفض سوية الماء عن سوية محددة يتم اختيارها مسبقاً ، فإن الأوامر تصدر لمضخة المياه بالعمل ، وعندما تصل سوية الماء إلى السوية المحددة تتوقف المضخة عن العمل. يبين الشكل (6) دائرة المؤقت الزمني التي يمكن من خلالها التحكم بالحالة المنطقية للمخرج عند نقطة التوصيل 3.



الشكل(6): التحكم بعمل المضخة.

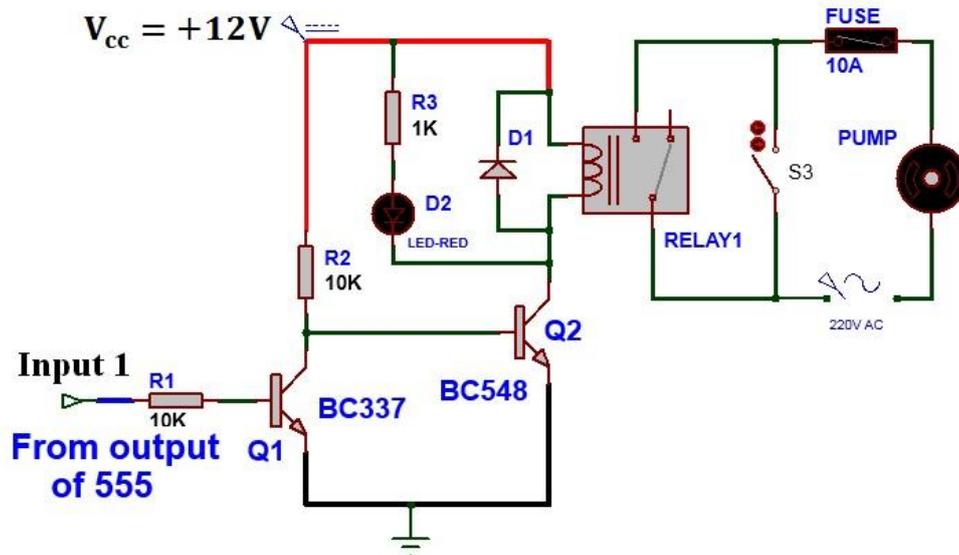
لتحقيق الوضع الأول نغلق القاطعة S_1 ونفتح القاطعة S_2 عندئذ يصبح مدخل العتبة في نقطة التوصيل 6 متصلاً بجهد التغذية الموجب $V_{CC} = 10V$ عبر المقاومة $R_1 = 1M\Omega$ لذلك فإن قيمة جهد المخرج تصبح تقريباً $V_{OL} = 0.1V$ وتحافظ على هذه القيمة حتى عند تم تطبيق (0) منطقي على مدخل العتبة. أما عند تطبيق جهد أقل من $\frac{1}{3}V_{CC} = 3.3V$ على مدخل القدح في نقطة التوصيل 2 ينتقل جهد المخرج إلى $V_{OH} = 8.5V$ وتبقى عند هذه القيمة ولمدة زمنية طويلة جداً يمكن اعتبارها لا نهائية حتى عند إزالة نبضة القدح، وتعود إلى $V_{OL} = 0.1V$ فقط عندما نزيل (0) منطقي عن مدخل العتبة.

يتحقق الوضع الثاني بفتح S_1 و S_2 معاً، عندئذ يصبح مدخل العتبة موصولاً بجهد التغذية الموجب V_{CC} عبر المقاومة R_1 وقيمة جهد المخرج $V_{OL} = 0.1V$. بتطبيق جهد أقل من $3.3V$ على مدخل القدح يصبح جهد المخرج في القيمة V_{OH} وعند إزالته تعود إلى V_{OL} وهكذا.

تجدر الإشارة إلى أنه إذا أغلقنا القاطعة S_2 نكون بذلك قد طبقنا نبضة سالبة على مدخل القدح فتتغير حالة المخرج لتصبح عند القيمة V_{OH} . عندئذ يكون تأثير القاطعة S_1 غير فعال إن كانت في حالة فتح أو إغلاق. نستفيد من هذه الحالة لفصل وحدة قيادة المضخة أثناء العمل على الجاف أو عند تنظيف الخزان.

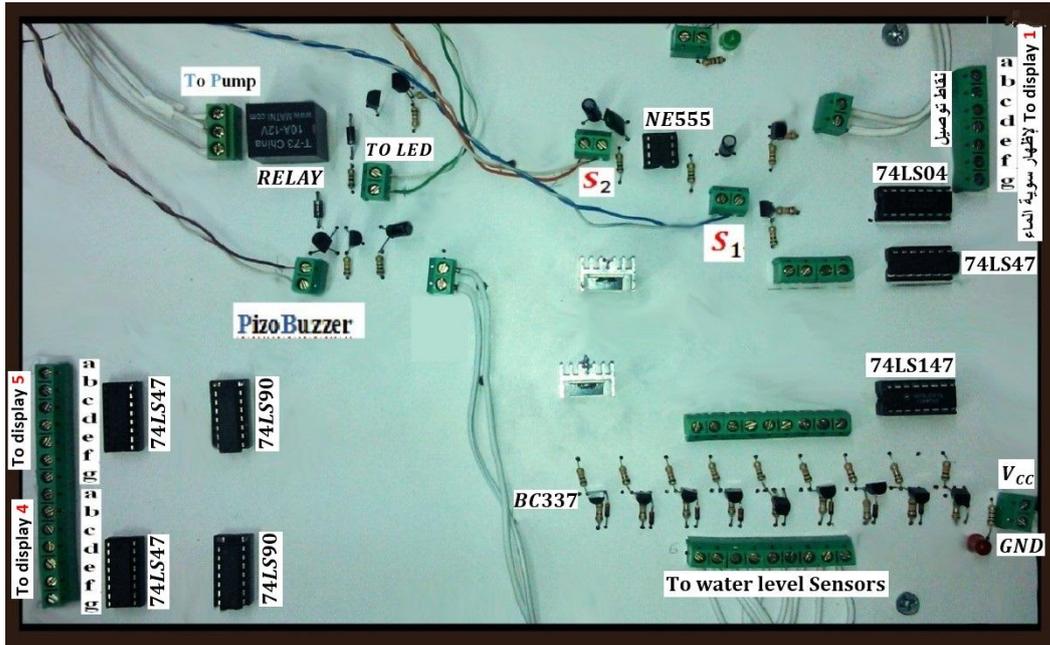
5- قيادة المضخة مع مؤشر ضوئي لعملها:

وهو الجزء الذي يؤمن ربط دائرة التحكم بدارة المضخة المائية باعتبارهما مختلفتين بجهد التغذية. حيث تعمل دائرة التحكم بجهد وتيار مستمرين وصغيرين نسبياً، أما المضخة فتعمل عادة بجهد متناوب $220V$ وتيار حمل قد يصل إلى $10A$. كما تتوافر مضخات تعمل بالجهد المستمر وينظم عملها بهذه الدارة. لقد استخدمنا في بحثنا مضخة جهد تغذيتها $V_{CC} = +12V$ ، ويمكن استخدام مضخة ذات جهد $220V$ دون أن يؤثر ذلك على عمل الدارة. يتكون هذا الجزء من الترانزيستور BC548 الذي يستخدم كقاطعة إلكترونية ومقاومة موصولة إلى قاعدته $R_2 = 10K\Omega$ ومنبع تغذية مستمر $+12V$ والترانزيستور BC337 الذي يستخدم كقاطعة إلكترونية ومقاومة موصولة إلى قاعدته $R_1 = 10K\Omega$ وحاكمة وديود من النوع 1N4007 وفاصمة كهربائية fuse10A لحماية المضخة من التيارات المرتفعة، والديود الضوئي الذي يضيء عند عمل المضخة. يوضح الشكل (7) دائرة الجزء الكهربائي الذي قمنا باستخدامه في الدارة.



الشكل (7): دائرة قيادة المضخة مع مؤشر ضوئي لعملها.

يبين الشكل (8) اللوحة الإلكترونية المنفذة للتحكم بسوية الماء في خزان بالاعتماد على ناقليتها الكهربائية.



الشكل (8): اللوحة الإلكترونية المنفذة للتحكم بسوية الماء في خزان.

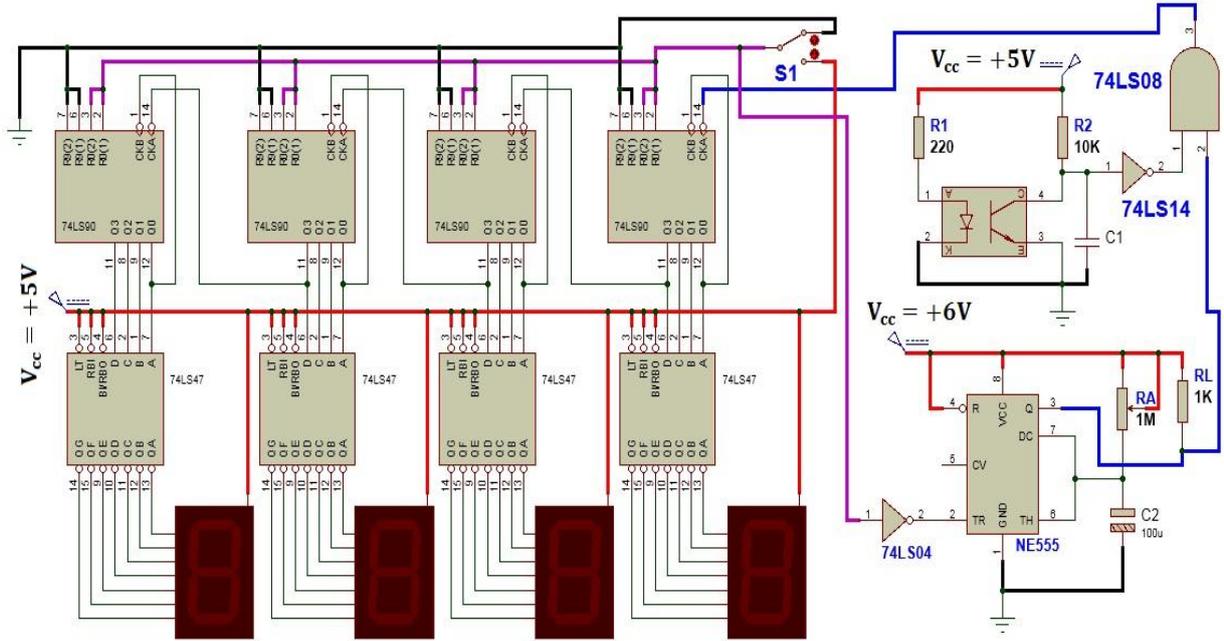
القسم الثاني: قياس سرعة دوران المحرك:

تعد سرعة دوران المحركات الكهربائية هامة في كثير من التطبيقات العملية للمنظومات البسيطة والمعقدة. في نظم التحكم تعتمد على ضبط الحركة، كما في حالات التحكم بحركة وصلات الروبوتات وسرعتها، والتحكم بالآلات الصناعية المختلفة كآلات القطع وآلات النسيج وآلات الحفر والتنقيب وغيرها. وأبسط التطبيقات هي ما يستخدم في السيارات حيث تظهر السرعة على عداد لتساعد السائق على ضبط سرعته وفقاً لما هو مسموح به في المنطقة المرورية التي تمر فيها السيارة. أما في مجال التحكم بسوية الماء في خزان يمكن اعتبار هذه الطريقة هامة وفعالة في قياس سرعة دوران محرك مضخة المياه.

يتألف هذا القسم المبين في الشكل (9) من الدارة المتكاملة 74LS08، وقادح شميت 74LS14، والحساس الضوئي OS02B الذي يتألف من مرسل عبارة عن ديود ضوئي يعمل في مجال الأشعة تحت الحمراء IR LED، ومستقبل عبارة عن ترانزستور ضوئي Phototransistor وهما متقابلان. يدور بينهما قرص مثقب ومثبت على محور دوران المحرك المطلوب معرفة سرعة دورانه. عند عدم وجود أي حاجز بين الديود والترانزستور يقع الضوء الصادر عن الديود على قاعدة الترانزستور فيصبح في حالة العمل وجهد مخرجه $V_0 \cong 0V$. أما عند وجود حاجز بينهما يتوقف الترانزستور عن العمل ويصبح جهد مخرجه $V_0 \cong 5V$ وهكذا تتشكل نبضة كهربائية عند كل دورة للقرص بين الديود والترانزستور. أما قادح شميت فيعطي في مخرجه إشارة مربعة تتغير بين سويتين منطقتين مهما كان شكل الإشارة المطبقة على مدخله وبزمني صعود وهبوط سريعين جداً. تعمل دائرة المؤقت الزمني هنا كهزاز أحادي الاستقرار، تعطي في مخرجها نبضة يتعلّق زمن بقائها عند السوية المنطقية H بالمقاومة المتغيرة $R_A = 1M\Omega$ والمكثفة $C_2 = 100\mu F$ وفق العلاقة:

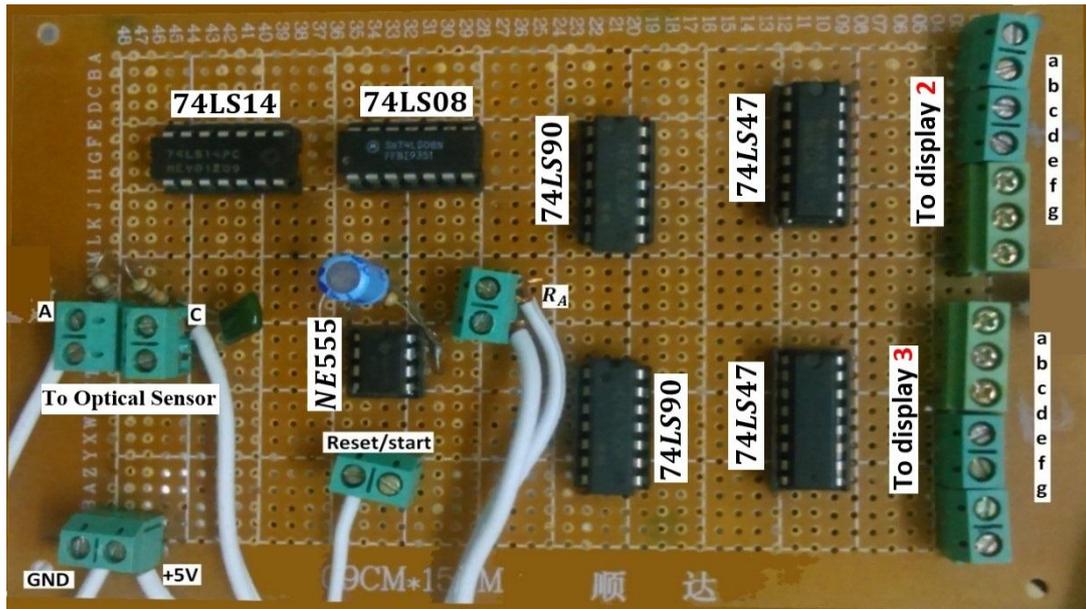
أما سعة نبضة المخرج لدائرة المؤقت فتتعلق بجهد التغذية الموجب، ويجب أن تلائم سويات الطاقة لعائلة TTL لذلك اخترنا $V_{cc} = +6V$. نصل مخرج المؤقت إلى المدخل الثاني للبوابة AND التي تقوم بعملية جداء الإشارة

المربعة الواردة من مخرج قاذح شميت عند المدخل الأول بالإشارة الواردة من مخرج المؤقت الزمني. نصل مخرج البوابة AND إلى المدخل CK من دائرة العداد الأول. تعمل هذه الدارة على إظهار عدد النبضات المربعة على شكل أرقام عشرية تظهر على أربع أدوات إظهار. وصلنا المحرك وربطناه مع المقياس متعدد الأغراض (AVO)، ثم ثبتنا على محور دوران هذا المحرك قرصاً يحتوي في محيطه على ثقب دائري قطره $d=2\text{mm}$ وعند كل قيمة للجهد قسنا عدد الدورات خلال زمن قدره 30 s ثم أعدنا عملية القياس من أجل زمن قدره 60 s ، ورسما العلاقة بين عدد الدورات والجهد المطبق بين قطبي المحرك. ثم بدلنا القرص بقرص آخر يحتوي على تقبين متناظرين بالنسبة لمركز القرص قطر كل منهما $d=2\text{mm}$ وأعدنا القياسات السابقة نفسها ورسما المنحني البياني الناتج.



الشكل(9): المخطط العام لدارة قياس سرعة دوران المحرك.

يبين الشكل (10) اللوحة الإلكترونية المنفذة لقياس سرعة دوران المحرك.



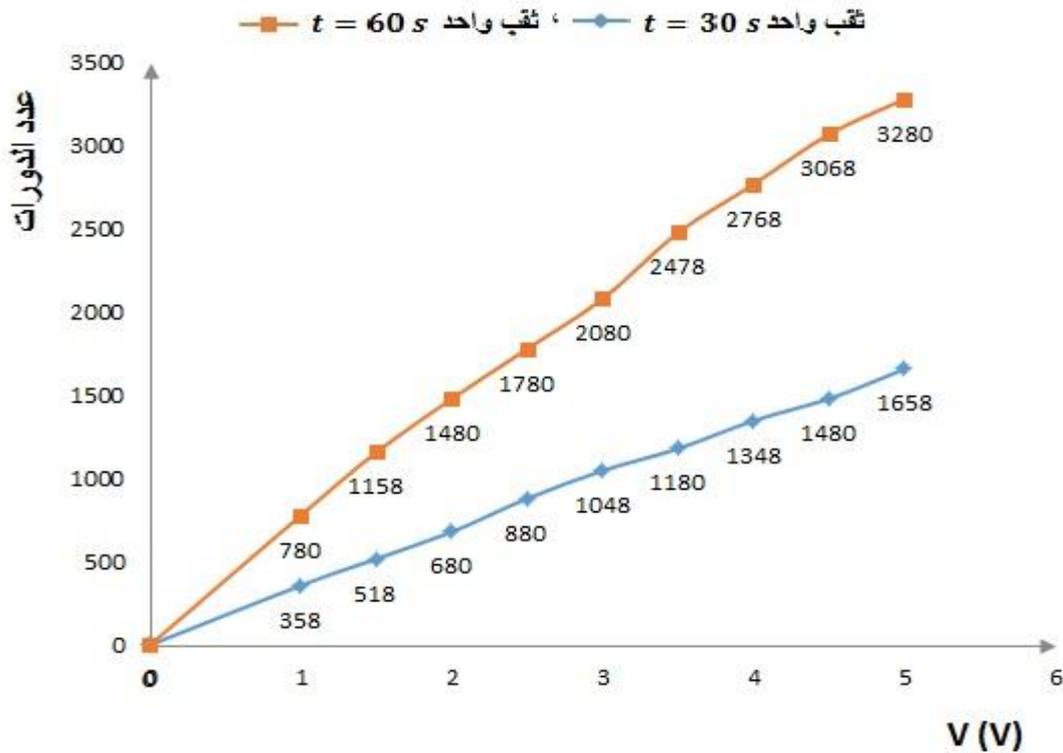
الشكل (10): اللوحة الإلكترونية المنفذة لقياس سرعة دوران المحرك.

يبين الشكل (11) لوحة المحرك مع قرص الدوران، والحساس الضوئي المستخدمة في قياس سرعة دوران المحرك خلال 30 s و 60 s.



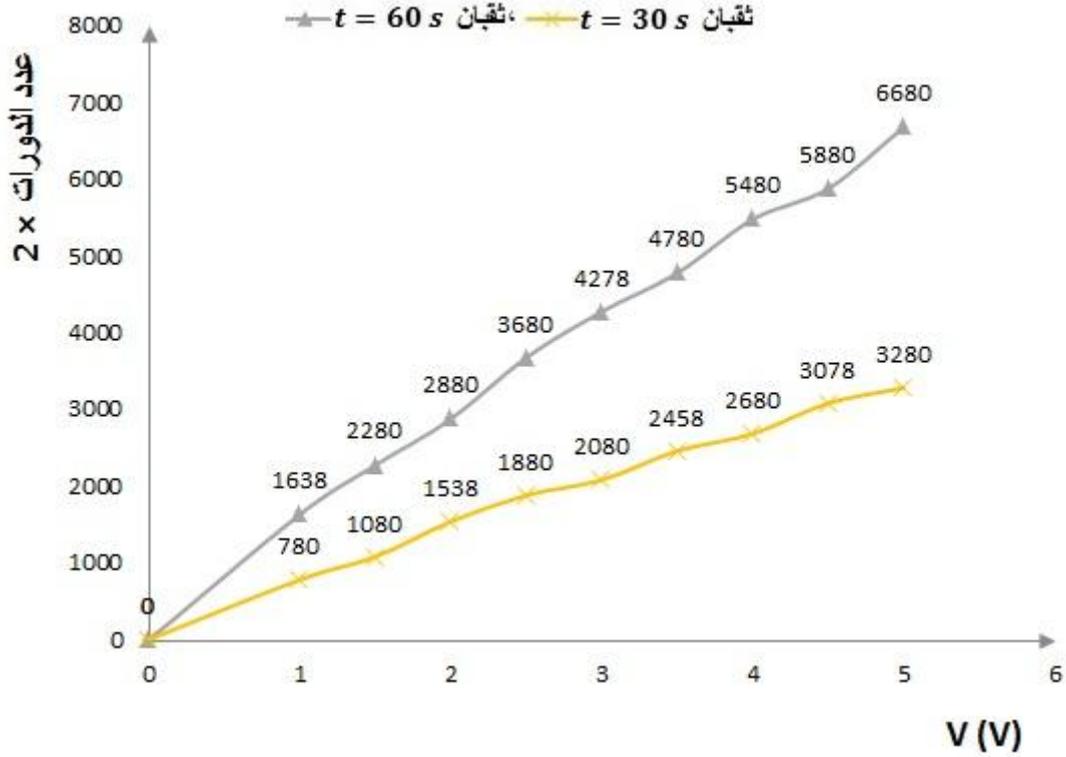
الشكل (11): لوحة المحرك مع قرص الدوران.

يبين الشكل (12) العلاقة بين عدد دورات المحرك خلال 30 s و 60 s بتابعة الجهد المطبق بين قطبيه في حالة ثقب واحد للقرص.



الشكل (12): يبين عدد دورات المحرك خلال 30 s و 60 s بتابعة الجهد المطبق بين قطبيه.

يبين الشكل (13) العلاقة بين عدد دورات المحرك خلال 30 s و 60 s بتابعية الجهد المطبق بين قطبيه في حالة ثقبين.



الشكل(13): يبين عدد دورات المحرك خلال 30 s و 60 s بتابعية الجهد المطبق بين قطبيه.

ينتج من مقارنة الشكلين (12) و (13) أن النتائج متطابقة بشكل جيد.

الاستنتاجات والتوصيات:

لقد توصلنا من هذا البحث إلى ما يلي:

- 1- تقنية التحكم الإلكتروني بسوية الماء التي تم تصميم وتنفيذ دارتها الإلكترونية متطورة ، وتمتاز بزمن استجابة سريع وتظهر معطيات دقيقة وذات وثوقيه عالية وكلفة منخفضة.
- 2- تُظهر الدارة الإلكترونية المستخدمة سويات الماء حتى وإن بلغت مقاومة الماء $80 K\Omega$. أما إذا كانت مقاومة الماء المستخدم بضع مئات الـ $K\Omega$ عندها يجب زيادة جهد التغذية المطبق على المسير المركزي بضعه فولتات لإظهار الأرقام العشرية لسويات الماء في الخزان.
- 3- يمكن استخدام هذا اللوحة في سد أو بحيرة باستخدام الحساسات المناسبة لمراقبة منسوب المياه، للحصول على معلومات دقيقة لحماية السدود والإنذار المبكر لتفادي حدوث الفيضانات من خلال إعطاء الأوامر للبوابات لتصريف المياه في الوقت المناسب آلياً، وذلك بعد إجراء بعض التعديلات الطفيفة.
- 4- قياس السرعات الصغيرة لدوران المحرك نستخدم قرصاً ذا عدد أكبر من الثقوب ، حيث تزداد دقة القياس بزيادة عددها . أما من أجل السرعات العالية التي تزيد عن 4000 دورة في الدقيقة يكتفى باستخدام ثقباً واحداً فقط.

المراجع :

- [1] NOH, M. M. *Simulator of Water Tank Level Control System Using PID Controller*. Faculty of Electrical & Electronics Engineering, University of Cambridge, UK, 2008, 168-171.
- [2] OGHOGHO, I. *Development of an Electric Water Pump Controller and Level Indicator*. International Journal of Engineering and Applied Sciences, Nigeria, Vol. 3, 2013, 18-21.
- [3] JATMIKO, A. B. *Proto Type of Water Level Detection System with Wireles*. Faculty of Computer Science and Information Technology, Journal of Theoretical and Applied Information Technology, Gunadarma University, Indonesia, Vol. 37, 2012,52-59.
- [4] DAS, S. Ch. *Intelligent Water Level Controller*. EFY, India, Vol.01, 2001, 40-43.
- [5] BAND E.J. *Design of an Automatic Water Level Controller Using Mercury Float Switch*. Department of Electrical and Electronics Engineering, AmbroseAlli University, Nigeria, Vol. 9, 2014, 16-21.
- [6] KATHERINE, M. *A Low cost Microprocessor and Infrared Sensor System for Automating Water in Filtration Measurements*. Computers and Electronics in Agriculture 53, College of Engineering Sciences, Technology and Agriculture, Florida A&M University, Science Direct, USA, 2006, 122-129.
- [7] KALINOV, G.A. *High-Precision Ultrasonic Water Level Indicator*. Session of the Scientific Council of Russian Academy of Science on Acoustics, Pacific National University, Moscow, Russian, XXII Session, 2010, 245-246.
- [8] XIUHONG, L. *Design and Implementation of a Wireless Sensor Network Based Remote Water Level Monitoring System*. College of Global Change and Earth System Science, Beijing Normal University, Xijiekouwai, China, Vol. 11, 2011, 1706-1720.
- [9] FLOYD, L. *Digital Fundamentals*. Printice Hall, Pearson Education, New Jersey, USA, 2003, 942.
- [10] DUNTON, J. *Practical Electronics Handbook*, Sixth edition, Elsevier, Oxford, UK, 2007, 551.
- [11] SCHERZ, P. *Practical Electronics for Inventors*. McGraw Hill, New York, USA, 2000, 561.
- [12] STECK, D. A. *Analog and Digital Electronics*. Oregon Center for Optics and Department of Physics, University of Oregon, USA, 28 January 2015, 261.
- [13] WILLIAM, K. *Digital Electronics*. Ninth Edition, Stat University of new York, USA, 2012.946.
- [14] TOKHEIM, R. *Digital Electronics Principles and Application*. McGraw Hill, New York, USA, 2008, 534.

[15] أ.د. ضيف الله منصور، أ.د. حسن أحمد إسماعيل، *الإلكترونيات (3) مدخل إلى الإلكترونيات الرقمية*. جامعة تشرين، 2010-2009 ، 448.

- [16] *Data sheet for BC337*, 28 sept. 2015.
<www.datasheetcatalog.org/datasheet/BC337_3.pdf>