

تصميم وتنفيذ نظام متعدد المصادر (نظام كهروضمسي - بطاريات - شبكة عامة) لتأمين استمرارية التغذية للمصاعد

د. سحر العلي *

أوس محمد محمد **

(تاريخ الإيداع 2023 /9/26 - تاريخ النشر 2023 /١١/٢٠)

□ ملخص □

أصبحت الطاقة الشمسية إحدى أهم مصادر الطاقات المتجددة وأكثرها شيوعاً لاعتبارات اقتصادية وبيئية، ولم يعد استخدام الألواح الشمسية مقتصرًا على أسطح المباني لتوفير الكهرباء منخفضة التكلفة، بل بدأت بعض البلدان تتجه لاستغلالها في تشغيل المصاعد أيضاً.

تم في هذا البحث تصميم نظام لتأمين استمرارية التغذية للمصعد بثلاث حالات (الألواح الشمسية إذا كان الجهد كافياً - جهد الألواح مضافاً إليه جهد البطاريات - جهد الألواح والبطاريات مضافاً إليهما جهد الشبكة العامة). تم اختبار النظام المقترح من خلال تجربتين: الأولى قياس التوافقيات على دخل الانفرتر بدون أحمال والتجربة الثانية: قياس التوافقيات على خرج الانفرتر مع وجود حمل أعظمي، وأظهرت النتائج أن عامل التشوه في التجربة الأولى ٠.٧% وفي التجربة الثانية ٣.٥% ضمن الحدود المسموحة، وبالتالي النظام آمن ولا داعي لاستخدام دارات حماية.

تم تطبيق اختبار الوثوقية على النظام المقترح وتبين أنه ذو وثوقية عالية، حيث بلغت 95% بعد ثلاث سنوات، و80% بعد مضي 15 عاماً.

الكلمات المفتاحية: تغذية المصاعد، النظم الكهروضوئية المستقلة، معدل التشوه التوافقي THD.

* مدرس - قسم هندسة الأتمتة الصناعية - كلية الهندسة التقنية - جامعة طرطوس - طرطوس - سورية.

** حاصل على درجة الماجستير - قسم هندسة الأتمتة الصناعية - كلية الهندسة التقنية - جامعة طرطوس - طرطوس - سورية.

Design and implementation of a multi-source system (solar system - batteries - public network) to ensure continuity of supply to elevators

Dr. Shara AL Ali*
Aous Mohamad Mohammad**

(Received ٢٦/٩/2023. Accepted ٢٠/١١/2023)

□ ABSTRACT □

Solar energy has become one of the most important and common sources of renewable energy due to economic and environmental considerations, and the use of solar panels is no longer limited to the roofs of buildings to provide low-cost electricity, but some countries are starting to exploit it to operate elevators as well. In this research, a system was designed to ensure the continuity of feeding the elevator in three cases (solar panels if the voltage is sufficient - the voltage of the panels plus the voltage of the batteries - the voltage of the panels and batteries in addition to the voltage of the public grid).

The proposed system was tested through two experiments:

The first is the measurement of harmonics on the inverter input without loads and the second experiment: measuring harmonics on the inverter output with a maximum load, and the results showed that the deformation factor in the first experiment is 0.7% and in the second experiment 3.5% within the permissible limits, and therefore the system is safe and there is no need to use protection circuits.

The reliability test was applied to the proposed system and it turned out to be highly reliable, reaching 95% after three years, and 80% after 15 years.

Key words: feeding of elevators, standalone photovoltaic systems, harmonic distortion rate THD.

- Syria.

** Master's - Industrial Automation Engineering – Tartus University – Tartus - Syria.

مقدمة:

ظهرت في القرن الثامن عشر ثورة التكنولوجيا في العالم والتي تختص في تطوير طرق حديثة واستخدامها في أغراض البناء لتشييد الأبنية العالية وناطحات السحاب، ولكن هذا التطور الرهيب في العمران كان من الممكن أن يكون عديم الفائدة لولا ظهور تكنولوجيا كهروميكانيكية جديدة في نصف الحقبة الزمنية وهي المصاعد، وهذه التكنولوجيا جعلت أمر استخدام هذه الأبنية الشاهقة عملاً غير شاق، وبالتالي فإن المصاعد الحديثة كانت المفتاح الحقيقي لنجاح هذا التطور الهائل في العديد من مجالات الهندسة [1]، ولكن من المشاكل الهامة التي تواجه المجتمع الحديث عند استخدام المصاعد هي التكلفة المتزايدة لمتطلبات الطاقة، فكان لا بد من إيجاد طريقة لتوفير الطاقة عن طريق التوجه للتطوير باستخدام أنظمة الطاقات المتجددة كطاقة الرياح، وطاقة الأمواج، والطاقة الشمسية، وتعتبر الطاقة الشمسية هي الأهم حيث تتحول الأشعة الشمسية على سطح الأرض إلى شكلين رئيسيين من أشكال الطاقة (طاقة كيميائية وطاقة حرارية)، لذلك تم التركيز على استثمار الطاقة الشمسية في عمليات الأتمتة والتحكم لتأمين تغذية احتياطية للمصاعد والتحكم بها اعتماداً على استراتيجيات تحكم حديثة تطبق للتحكم بتوليد وتخزين واستهلاك الطاقة بأفضل الطرق الممكنة.

هناك العديد من الدراسات السابقة التي قامت باستخدام النظم الكهروضوئية لتشغيل المصعد منها:

دراسة قام بها الباحث Kumar Baskaran وزملائه بتصميم نظام مصعد قادر على توفير الطاقة عن طريق التحكم بسرعه في وضع التشغيل، حيث تختلف السرعة على أساس فرق الحمولة والوزن، وتم استخدام نموذج لمصعد صغير لإجراء التجارب وجمع بيانات الطاقة، وتم جمع عينات الجهد والتيار وحساب بيانات الطاقة النهائية لنظام السرعة المتغيرة، ومقارنتها مع بيانات الطاقة لنظام السرعة الثابت. أدت الطريقة المقترحة إلى توفير في الطاقة بنسبة 3.715% [2].

كما قدم الباحثان Supapradit marsong, Boonyang Plangklang دراسة لتحسين وتنفيذ وحدة قيادة لتوفير الطاقة في أنظمة المصاعد، حيث تم تصنيف تشغيل المصعد إلى وضعين، وضعية القيادة ووضعية التوليد. تم تصميم وحدة الطاقة وتركيب EERU لنظام المصاعد وتمت مقارنة النتائج النهائية مع البيانات التجريبية وتبين أن استخدام EERU أدى إلى توفير بالطاقة ما يصل إلى 43% [3].

وقدم الباحثان Yao Lin and Yanbin Liu تصميماً لنظام تحكم بمحرك تحريضي ثلاثي الطور يقود مصعد كهربائي مغذى بنظام كهروضوئي مؤلف من مجموعة من الألواح الشمسية مع نظام ملاحقة للاستطاعة العظمى MPPT، وكانت الطريقة المستخدمة في قيادة المحرك التحريضي التحكم المباشر بالعزم، وأظهرت النتائج التجريبية أن نظام المصعد المصمم باستخدام الطاقة الشمسية لديه ميزة هامة وبارزة جداً في توفير الطاقة ومعدل توفير الطاقة هو 87% مقارنة مع نظام المصعد التقليدي [4].

مشكلة وأهمية البحث:

من الدراسات السابقة نستنتج أنه تم فقط الاعتماد على الألواح الشمسية فقط كمصدر تغذية للمصعد وهذا غير كافٍ لأنه في بعض الحالات لا تكفي الاستطاعة المستجرة من الألواح الشمسية لتشغيل المصعد مثل (الأيام الممطرة والغائمة - ظروف التظليل...) بالإضافة إلى حدوث عطل مفاجئ كل هذه العوامل تؤدي إلى توقف المصعد عن العمل واحتجاز الأشخاص داخل كبينة المصعد، لذلك فإنه لا يمكن الاعتماد على الطاقة الشمسية كمصدر وحيد لتشغيل المصعد، ولتقادي كل ما سبق تم في هذا البحث تصميم نظام تحكم بتغذية المصعد يعتمد على الطاقة الشمسية

بالإضافة لتأمين تغذية احتياطية بإضافة منبعين (البطاريات - الشبكة العامة) إلى جانب المنبع الأساسي (الألواح الشمسية) يعمل على تقليل حالات توقف المصدر الممكن حدوثها.

أهداف البحث:

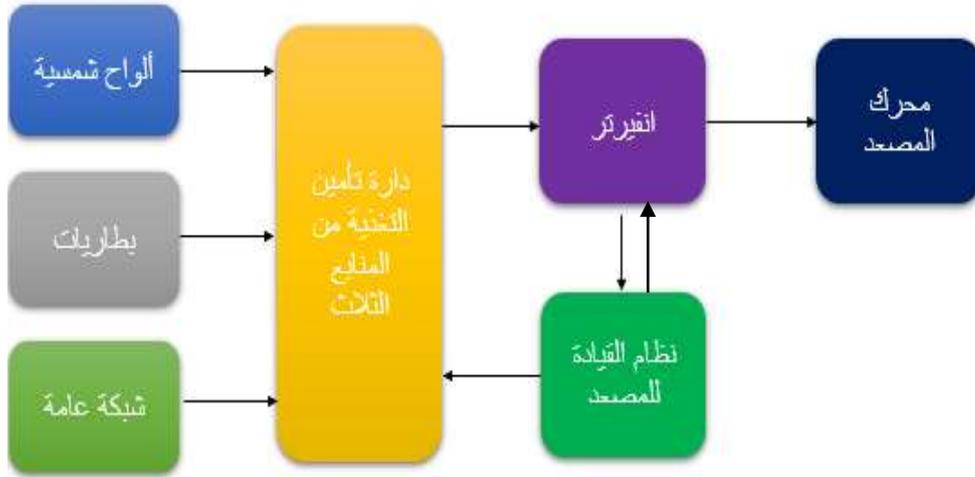
- استخدام وسائل تحكم حديثة بالنظم الكهروضوئية في تطبيقات تهم المجتمع كالمصاعد.
- المحافظة على البيئة بسبب التخلص من الانبعاثات الملوثة للأنظمة التقليدية.
- تأمين استمرارية التغذية الكهربائية في ظروف التقنين والأعطال المفاجئة عن طريق النظام متعدد المصادر المقترح.

طرائق البحث ومواده:

يتضمن البحث عدة مراحل بدءاً من تصميم النظام وتحديد أفضل استراتيجية للعمل وصولاً للدارة العملية واختبارها في مخبر الطاقات المتجددة في كلية الهندسة التقنية في جامعة طرطوس، حيث تم استخدام الألواح الشمسية - البطاريات - مقاييس الجهد والتيار ومقياس شدة الإشعاع الشمسي - المبدل inverter - محرك ...

مكونات النظام المقترح:

يبين الشكل (٧) المخطط الصندوقي للنظام المصمم:



الشكل (٧) المخطط الصندوقي للنظام المصمم.

النظام الكهروضوئي المطلوب تصميمه يغذي مصعد خدمي استطاعة محركه 950 W يعمل ٦ ساعات في اليوم ويحتاج إلى طاقة كلية يومية مقدارها 5700 wh/day والجدول (١) يبين محددات التصميم.

الجدول (١) محددات التصميم.

| | |
|--------------------|--|
| $V_{dc} = 24V$ | جهد النظام المستمر |
| $T_{min} = 4h$ | متوسط ساعات الإشعاع الشمسي الدنيا في طرطوس |
| $\eta_i \% = 94\%$ | كفاءة المبدل |
| $\eta_b \% = 85\%$ | كفاءة البطارية |
| $\eta_c \% = 94\%$ | كفاءة متحكم الشحن |

١ - الألواح الشمسية:

الألواح المستخدمة من نوع BSM200-M 72 سليكونية أحادية البلورة، المواصفات الفنية للوح عند الشروط القياسية (شدة الأشعاع $1000W/m^2$ - درجة الحرارة $25C^{\circ}$) موضحة بالجدول (٢).
الجدول (٢) المواصفات الفنية للوح المستخدم.

| | |
|--------------------|----------------------------------|
| $P_{max} = 200W$ | الاستطاعة الاسمية |
| $V_{os} = 44.6V$ | جهد الدارة المفتوحة |
| $I_{sc} = 5.8 A$ | تيار القصر |
| $V_{mpp} = 37.5V$ | الجهد عند نقطة الاستطاعة العظمى |
| $I_{mpp} = 5.34 A$ | التيار عند نقطة الاستطاعة العظمى |

لتحديد عدد الألواح المستخدم نقوم بما يلي:

- احتياجات الطاقة اليومية من الألواح الشمسية [5]:

$$E_r = \frac{\text{متوسط الطلب على الطاقة الكلية باليوم}}{\text{كفاءات مكونات النظام}} = \frac{E}{\eta_b \cdot \eta_i \cdot \eta_c} = \frac{5700}{0.94 \cdot 0.94 \cdot 0.85} = 7589.2 \frac{wh}{day}$$

$$= 7.5892 \frac{kwh}{day}$$

- طاقة الذروة للألواح [5]:

$$P_p = \frac{E_r}{\text{متوسط عدد ساعات الإشعاع الشمسي الأدنى اليومي}} = \frac{E_r}{T_{min}} = \frac{7.5892}{4} = 1.897 \text{ kwh}$$

- التيار الكلي المطلوب [5]:

$$I_{DC} = \frac{\text{طاقة الذروة}}{\text{الجهد المستمر للنظام}} = \frac{P_p}{V_{DC}} = \frac{1897}{24} = 79.04 \text{ A}$$

- عدد الألواح الموصولة على التسلسل [6]:

$$N_s = \frac{\text{الجهد المستمر للنظام}}{\text{الجهد الاسمي للوح الواحد}} = \frac{V_{DC}}{V_r} = \frac{24}{37.5} = 1 \text{ panel}$$

- عدد الألواح الموصولة على التفرع [6]:

$$N_p = \frac{\text{التيار الكلي}}{\text{التيار الاسمي للوح الواحد}} = \frac{I_{DC}}{I_r} = \frac{79.04}{5.34} = 15 \text{ panel}$$

- عدد الألواح الكلي [6]:

$$N_m = \text{عدد الألواح التفرعية} \times \text{عدد الألواح التسلسلية} = N_p \times N_s = 15 \times 1 = 15 \text{ panels}$$

٢ - البطاريات:

البطاريات المختارة من نوع Deka 8G8D LTP Gel، حجم البطارية 200 Ah، أيام التغذية الذاتية

٢.٥ يوم.

- الكمية التقريبية للطاقة المخزنة المطلوبة [7]:

$$E_{rough} = \text{عدد أيام التغذية الذاتية} \times \text{مجموع الطلب على الطاقة} = E \times D = 5700 \times 2.5 = 14.25kwh$$

- من أجل السلامة والأمان نقوم بحساب الطاقة الآمنة المخزنة المطلوبة [7]:

$$E_{safe} = \frac{E_{rough}}{\text{عمق التفريغ الأعظمي المسموح}} = \frac{E_{rough}}{MDOD} = \frac{14.25}{0.75} = 19kwh$$

- سعة نظام التخزين [7]:

$$C = \frac{\text{الطاقة الآمنة المخزنة المطلوبة}}{\text{الجهد الاسمي للبطارية المختارة}} = \frac{E_{safe}}{V_b} = \frac{19}{12} = 1.58Ah$$

- عدد البطاريات في نظام التخزين:

$$N_{batteries} = \frac{\text{السعة الكلية لنظام التخزين}}{\text{سعة الأمبير - ساعي للبطارية المختارة}} = \frac{C}{C_b} = \frac{1.58}{200} = 8Batteries$$

- عدد البطاريات المتصلة على التسلسل [8]:

$$N_s = \frac{\text{الجهد المستمر للنظام}}{\text{الجهد الاسمي للبطارية الواحدة المختارة}} = \frac{V_{DC}}{V_b} = \frac{24}{12} = 2Batteries$$

- عدد البطاريات المتصلة على التفرع [8]:

$$N_p = \frac{\text{العدد الكلي للبطاريات}}{\text{عدد البطاريات المتصلة على التسلسل}} = \frac{N_{batteries}}{N_s} = \frac{8}{2} = 4Batteries$$

- عدد البطاريات المطلوب [8]:

$$N_{batteries} = 4 \times 2 = 8Batteries$$

٣- متحكم الشحن:

متحكم الشحن المختار من نوع SCC-PWM-1200w، دخله 30-75VDC، خرجه 24VDC-50A.

- التيار الاسمي لمنظم الشحن [9]:

$$I = \text{عامل الأمان} \times \text{تيار القصر للألواح المتصلة على التوازي} = I_{sc} \cdot N_p \cdot F_{safe} = 5.8 \times 15 \times 1.25 = 108.75 A$$

- عدد الشواحن المطلوب [9]:

$$N_{controller} = \frac{\text{التيار الاسمي لمنظم الشحن}}{\text{تيار } I_{c_mps} \text{ لكل شاحن}} = \frac{I}{I_{c_mps}} = \frac{108.75}{50} = 3$$

- جهد دخل المنظم [10]:

$$V_{PV} = V_m \cdot 0.95 \cdot N_s = 37.5 \times 0.95 \times 1 = 35.625V$$

- يجب الأخذ بالاعتبار ضياعات الطاقة على طول الناقل الذي يربط الألواح الشمسية بنظام

التخزين عبر الشاحن ويعطى مردود الناقل في النظم الكهروضمسية المستقلة (η_{cable}) وتكون

الضیاعات فیہ بشكل قیاسی ٥% وبالتالي يكون المردود ٩٥% ويكون جهد مصفوفة الألواح الأدنى [10]:

$$V'_{PV} = \frac{CC_{VOLT}}{\eta_{cable}} = \frac{30}{0.95} = 31.6V$$

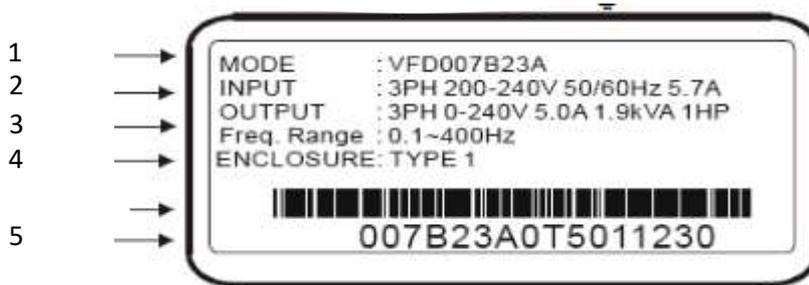
٤- (المبدل DC/AC):

يعمل جهاز الانفرتر ثلاثي الطور على تحويل جهد المصدر المستمر إلى جهد متناوب ثلاثي الطور متغير القيمة والتردد والشكل (٨) يبين الانفرتر المستخدم من شركة Delta نوع VFD-B.



الشكل (٨): جهاز الانفرتر من نوع VFD-B

ومن خلال لوحة البيانات يتم تحديد قيمة جهد مصدر الانفرتر وقدرة المحرك المراد وصله به وكيفية توصيل ملفات المحرك ويوضح الشكل (٩) المواصفات الموجودة على اللوحة الاسمية كما ويوضح الجدول (٣) تفصيلات اللوحة الاسمية.

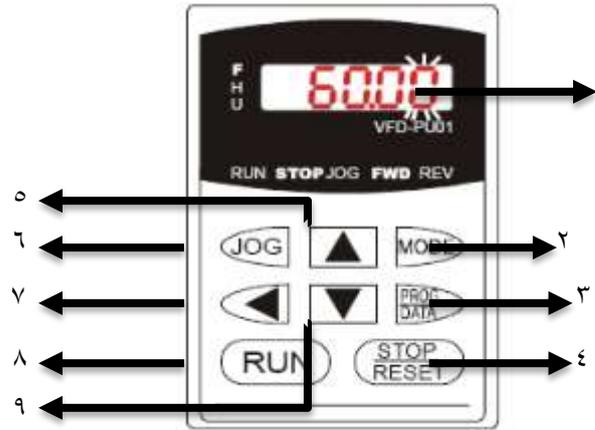


الشكل (٩): اللوحة الاسمية

الجدول (٣): تفصيلات اللوحة الاسمية.

| الرقم | المواصفات | التفصيلات |
|-------|----------------|--|
| 1 | رقم الموديل | VFD007: قدرة المحرك المراج وصله مع الانفرتر 0.75KW |
| 2 | جهد الدخل | ثلاثي الطور 230V |
| 3 | مواصفات الخرج | 1.9KVA تيار الخرج 5 A |
| 4 | مدى تردد الخرج | 0.1-400Hz |
| 5 | الرقم التسلسلي | رقم متسلسل للجهاز والبار - كود |

وبين الشكل (١٠) وحدة تشغيل جهاز الانفرتر التي يتم من خلالها التشغيل والإيقاف والتحكم بسرعة المحرك كما يوضح الجدول (٤) تفصيلات وحدة التشغيل.



الشكل (١٠): وحدة تشغيل جهاز الانفرتر

الجدول (٤): تفصيلات وحدة التشغيل.

| الرقم | الأزرار | وصف العمل |
|-------|-------------|---|
| 1 | LED Display | شاشة إظهار |
| 2 | MODE | التنقل بين أوضاع مختلفة |
| 3 | PROG/DATA | ضبط إعدادات الجهاز وحفظ القيم |
| 4 | STOP/RESET | إيقاف/ إعادة التشغيل بعد حدوث خطأ |
| 5 | UP | زيادة قيمة المعاملات أو مدخلات التنقل بين الإعدادات |
| 6 | JOG | محددات العمل |
| 7 | LEFT | التنقل بإتجاه اليسار |
| 8 | RUN | تشغيل |
| 9 | DOWN | نقص قيمة المعاملات أو مدخلات التنقل بين الإعدادات |

من خلال شاشة العرض يتم مشاهدة القيم العملية وبين الجدول (٥) بعض هذه القيم.

الجدول (٥): توضيحات رسائل الإظهار.

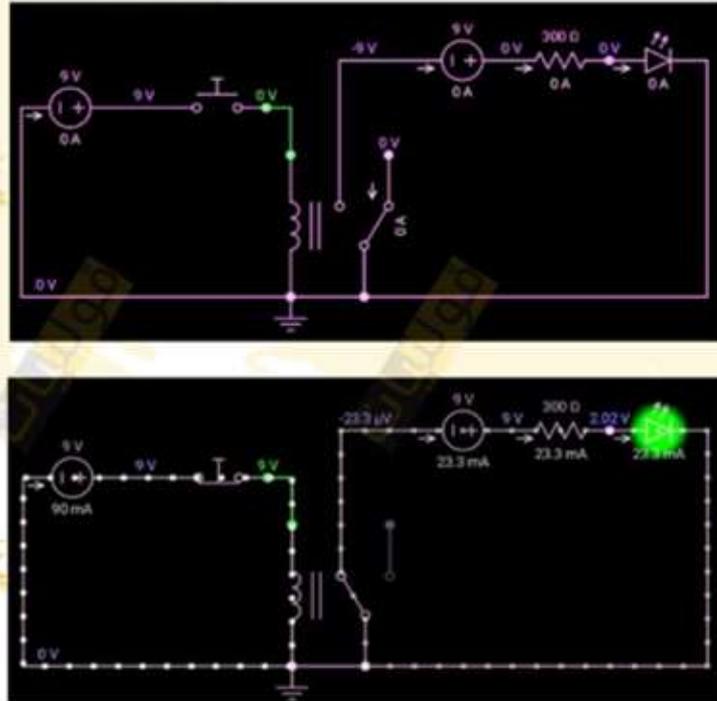
| الأوصاف | الرسالة المعروضة |
|---|------------------|
| اظهار التردد الرئيسي للانفرتر | F 6000 |
| اظهار تردد الخرج الحقيقي الحالي عند المرابط U / T1 , V / T2 , W / T3 . | H 5000 |
| وحدة تعريف المستخدم (حيث أن Pr.00-05) . (U = F * Pr.00-05) . | U 18000 |
| اظهار تيار الخرج الحالي عند النهايات U / T1 , V / T2 , W / T3 . | A 50 |
| اظهار حالات تشغيل الانفرتر بالاتجاه الأمامي | -Frd- |
| حالات عمل الانفرتر باتجاه دوران عكسي . | -REV- |
| قيمة العداد (C) . | c 20 |
| اظهار رقم البارامتر المحدد . | 06-00 |
| اظهار القيمة الحقيقية المخزنة داخل البارامتر المحدد . | 10 |
| عطل خارجي . | EF |
| اظهار "End" لمدة ثانية تقريبا اذا كان الدخل مقبول . بعد ضبط قيمة هذا البارامتر ، القيمة الجديدة ستخزن تلقائيا في الذاكرة . لتعديل القيم المدخلة استخدم المفاتيح ▲ ، ▼ و ◀ | -End- |
| اظهار " Err " ، اذا كانت القيمة المدخلة غير صحيحة . | -Err- |

٥- الريليه Relay:

يعتمد مبدأ عمل الريليه على توصيل التيار الكهربائي بواسطة نقاط تلامس (Contact)، وذلك عند تغذية ملفه بتيار مستمر أو متردد، والفائدة الرئيسية من هذه العملية هو تشغيل حمل ذات قدرة عالية من خلال تغذية ملف الريليه بتيار صغير والشكل (١١) يوضح الريليه المستخدم وحالات الفصل والتوصيل.

يتكون الريليه من عدة أجزاء وهي:

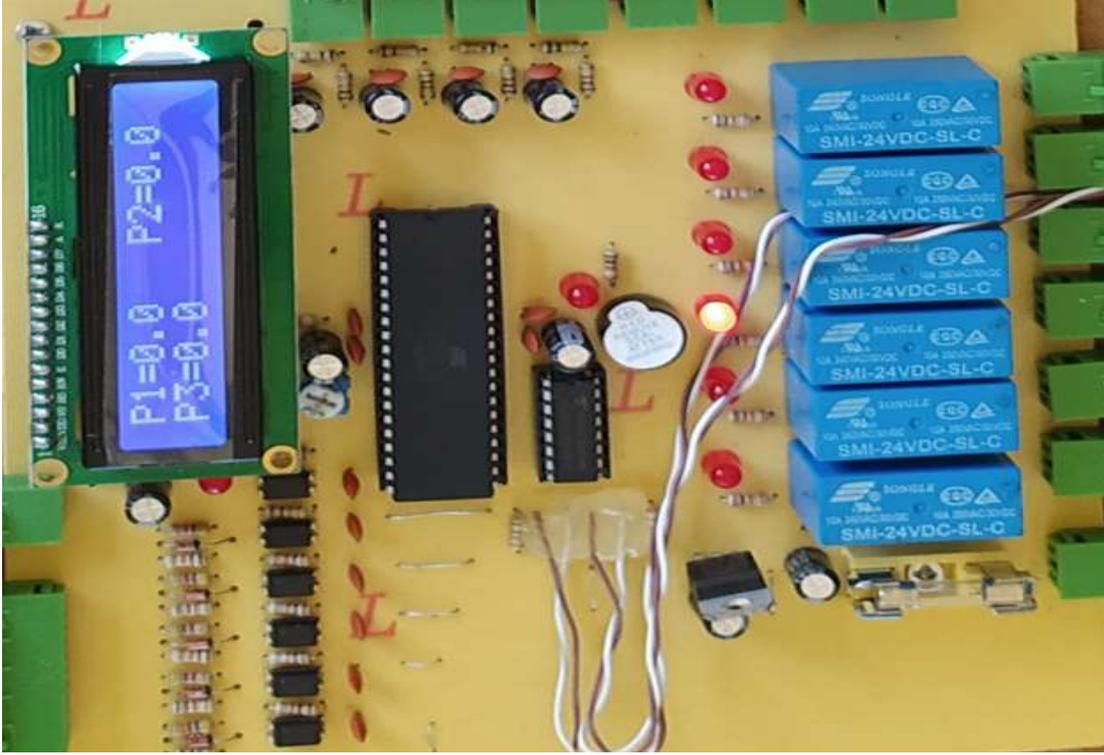
١. ملف نحاسي.
٢. قلب الملف.
٣. نقاط تلامس (نقاط مفتوحة ومغلقة ومشترك).
٤. زنبرك.
٥. أطراف التوصيل الخارجي.



الشكل (١١) الريليه المستخدم وحالات الفصل والوصل.

٦- دائرة القيادة:

يبين الشكل (١٢) دائرة القيادة المصممة والمستخدم في عملية التحكم بمصادر تغذية المصعد.

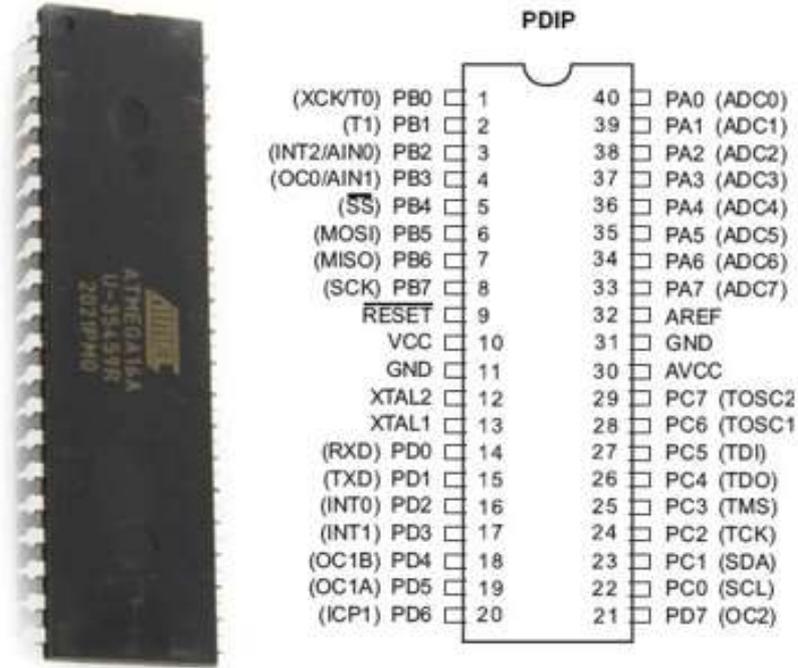


الشكل (١٢) دائرة القيادة المصممة.

وتتكون دائرة القيادة من:

➤ المتحكم الصغري:

إن المتحكم الصغري المختار من نوع AVR ATmega16 هو متحكم صغري يعتمد على تقنية CMOS منخفضة الاستطاعة، ذو نواة ذات ثماني بتات 8-bit، مبني بالاعتماد على البنية المعمارية RISC المطوّرة، يستطيع تنفيذ مليون تعليمة في الثانية، 1 MIPS لكل ميغا هرتز (MHz) واستخدام لتخزين برامج أوامر التحكم بتشغيل وإيقاف المصعد، وأوامر التحكم بالمصادر الثلاث (الألواح الشمسية - البطاريات الشبكة العامة) وكافة العمليات الحسابية المستخدمة للحصول على التيار والجهد والاستطاعة ويبين الشكل (١٣) بنية المتحكم الصغري.

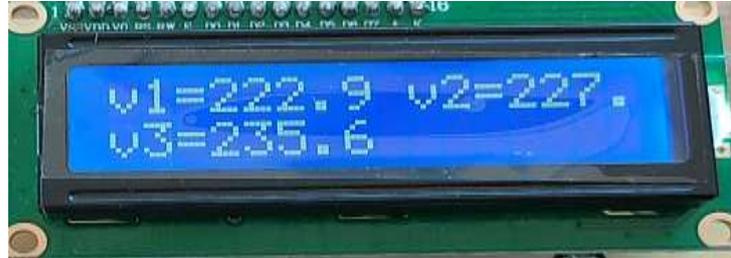


الشكل (١٣) بنية المتحكم الصغري ATmega16.

➤ شاشة LCD:

تتصل دائرة المتحكم مع شاشة LCD لعرض القيمة اللحظية للتيار والجهد والاستطاعة وهي

مبينة بالشكل (١٤).



الشكل (١٤) شاشة LCD المستخدمة.

➤ الريليه:

يبين الشكل (١٥) نوع الريليه المختار SMI-24VDC والذي الريليه يتحكم بعملية

وصل وفصل الليدات الموصولة معه.



الشكل (١٥) الريليه المستخدم في دارة القيادة المصممة.

حيث أن كل ليد يعود إلى منبع من المنابع الثلاث المستخدمة والتي تتيح لنا معرفة ما

يلي:

- إذا كان الليد الأول فقط بحالة توصيل فإن المصعد يتغذى من المنبع الأول (الألواح الشمسية).
- إذا كان الليد الثاني فقط بحالة توصيل فإن المصعد يتغذى من المنبع الثاني (البطاريات).
- إذا كان الليد الثالث فقط بحالة توصيل فإن المصعد يتغذى من المنبع الثالث (الشبكة العامة).
- إذا كان الليد الأول والثاني فقط بحالة توصيل فإن المصعد يتغذى من المنبع الأول والثاني (الألواح الشمسية-البطاريات).

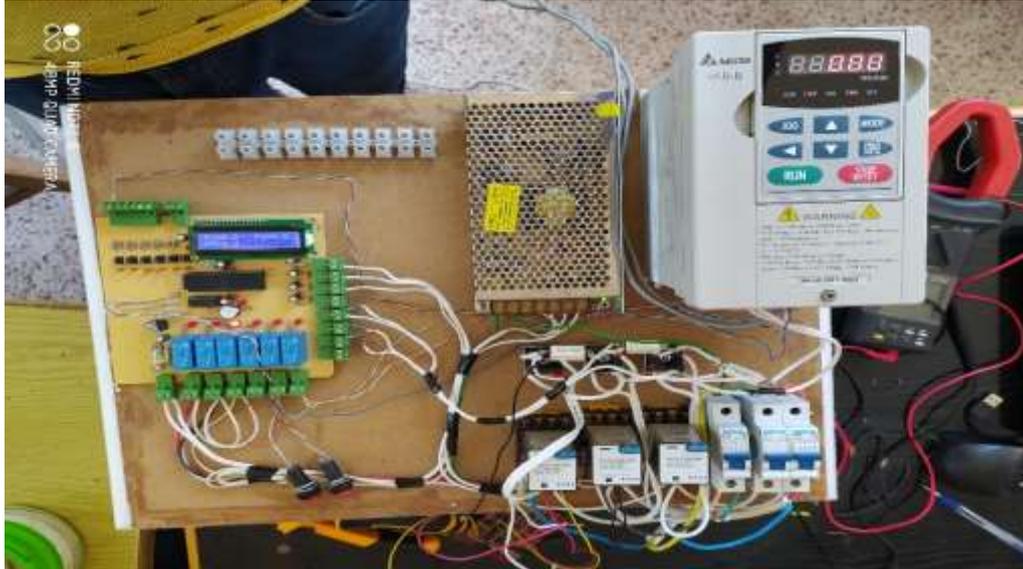
آلية العمل:

تم تصميم نظام لتأمين استمرارية التغذية للمصعد مؤلف من:

تعتمد الدارة بشكل الأساسي على الألواح الشمسية لتأمين التغذية الاحتياطية للمصعد، فهي تعمل على استرجار كامل جهد المنبع الأول (الألواح الشمسية) لتشغيل المصعد، ولكن عند انخفاض جهد المنبع الأول (الألواح الشمسية) عن الحد المطلوب لتشغيل المصعد يقوم الانفيرتر بإرسال إشارة إلى دارة القيادة التي تقوم بإعطاء أمر بإضافة المنبع الثاني (البطاريات) واسترجار الطاقة اللازمة منه لتأمين التغذية اللازمة للمصعد، وعند انخفاض جهد المنبعين الأول والثاني يقوم الانفيرتر بإرسال إشارة إلى دارة القيادة التي تقوم بإعطاء أمر بإضافة المنبع الثالث (الشبكة العامة) واسترجار الطاقة اللازمة منه لتأمين التغذية اللازمة للمصعد

كما يبين الشكل (١٦) الدارة العملية المنفذة للتحكم بالتغذية الاحتياطية للمصعد، والمكونة من ثلاث منابع والمعبر عنها بالقواطع (القاطع الأول للألواح - القاطع الثاني للبطاريات - القاطع الثالث للشبكة العامة)، وتحتوي أيضاً على ثلاث ريليهات موصولة مع المنابع الثالث بنفس الترتيب، حيث يستقبل الريليه الأول الاستطاعة من المنبع الأول ويرسلها إلى الانفرتر، الذي يقوم بدوره بإرسال الإشارة إلى دارة القيادة، والتي تقوم

بمقارنة الاستطاعة المستقبلية من المنبع الأول مع الاستطاعة الفعلية اللازمة لتشغيل المصعد في حال كانت كافيته تقوم دائرة القيادة بإرسال إشارة إلى الانفرتر والذي يقوم بتزويد محرك المصعد بالاستطاعة، وفي هذه الحالة تكون وضعية الريليهات المتبقية في حالة فصل، أما في حال لم تكن الاستطاعة المستقبلية من المنبع الأول كافية تقوم دائرة القيادة بإرسال إشارة إلى الريليه الثاني الذي يستقبل الاستطاعة من المنبع الثاني وتضاف إلى الاستطاعة المستجرة من المنبع الأول، ويتم إرسال الاستطاعة إلى الانفرتر ليرسل إشارة إلى دائرة القيادة لتقوم بعملية التحقق وهكذا...، ويبين الشكل (١٧) المواصفات الفنية للمحرك المستخدم، والشكل (١٨) يبين الحمولة المستخدمة.



الشكل (١٦) الدارة العملية المنفذة.



الشكل (١٧) المواصفات الفنية للمحرك المستخدم.



الشكل (١٨) الحمولة المستخدمة.

اختبار النظام المقترح:

قمنا بإجراء تجربتين لاختبار الدارة المصممة على محرك رافعة له مواصفات محرك مصعد لعدم توفر إمكانية التطبيق على مصعد وقمنا بتحميل الرافعة حمولة توافق وزن الأشخاص في كيبنة المصعد

١- التجربة الأولى:

قمنا بقياس التوافقيات على دخل الانفرتر وحساب عامل التشوه، بدون تحميل الرافعة ويوضح الجدول (٥) التوافقيات التي حصلنا عليها.

الجدول (٥) التوافقيات الناتجة على دخل الانفرتر.

| شبكة عامة | | | ١ |
|------------|----------|--------|----|
| قيمة V^2 | قيمة V | نسبة % | |
| | ٢٢٤ | ١٠٠ | ١ |
| 0 | ٠ | ٠ | ٢ |
| 0.09 | ٠.٣ | ٠.١ | ٣ |
| 0 | ٠ | ٠ | ٤ |
| 2.56 | ١.٦ | ٠.٧ | ٥ |
| 0 | ٠ | ٠ | ٦ |
| 0 | ٠ | ٠ | ٧ |
| 0 | ٠ | ٠ | ٨ |
| 0 | ٠ | ٠ | ٩ |
| 0 | ٠ | ٠ | ١٠ |
| 0.04 | ٠.٢ | ٠.١ | ١١ |
| 0 | ٠ | ٠ | ١٢ |
| 0 | ٠ | ٠ | ١٣ |
| 0 | ٠ | ٠ | ١٤ |
| 0 | ٠ | ٠ | ١٥ |

| | | | |
|---|---|---|----|
| 0 | . | . | ١٦ |
| 0 | . | . | ١٧ |
| 0 | . | . | ١٨ |
| 0 | . | . | ١٩ |
| 0 | . | . | ٢٠ |
| 0 | . | . | ٢١ |
| 0 | . | . | ٢٢ |
| 0 | . | . | ٢٣ |
| 0 | . | . | ٢٤ |
| 0 | . | . | ٢٥ |

من الجدول (٥) قمنا بحساب عامل التشوه وفق العلاقة (1) [11] :

$$THD\% = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2}}{I_1} * 100 = \frac{\sqrt{2.69}}{224} * 100 = 0.7\% \quad (1)$$

نلاحظ أن قيمة عامل التشوه ضمن الحدود المقبولة وبالتالي النظام آمن ولا نحتاج إلى دارات حماية.

٢- التجربة الثانية:

قمنا بقياس التوافقيات على خرج الانفرتر وحساب عامل التشوه، مع تحميل الرافعة بحمل أعظمي

يوافق وزن الأشخاص ويوضح الجدول (٦) التوافقيات التي حصلنا عليها.

الجدول (٦) التوافقيات الناتجة على خرج الانفرتر.

| شبكة عامة | | | ا |
|------------|----------|--------|----|
| قيمة V^2 | قيمة V | نسبة % | |
| | ١٦٧ | ١٠٠ | ١ |
| 2.25 | ١.٥ | ٠.٥ | ٢ |
| 0.36 | ٠.٦ | ٠.٣ | ٣ |
| 5.29 | ٢.٣ | ١.٥ | ٤ |
| 7.84 | ٢.٨ | ١.٧ | ٥ |
| 1.96 | ١.٤ | ٠.٧ | ٦ |
| 5.29 | ٢.٣ | ١.٤ | ٧ |
| 1.69 | ١.٣ | ٠.٨ | ٨ |
| 0.09 | ٠.٣ | ٠.١ | ٩ |
| 1 | ١ | ٠.٦ | ١٠ |
| 3.61 | ٠.٤ | ١.١ | ١١ |
| 0.16 | ٠.٣ | ٠.٢ | ١٢ |
| 0.09 | | ٠.١ | ١٣ |
| 2.25 | ١.٥ | ٠.٨ | ١٤ |
| 0.16 | ٠.٤ | ٠.٢ | ١٥ |
| 0.09 | ٠.٣ | ٠.١ | ١٦ |
| 0.09 | ٠.٣ | ٠.١ | ١٧ |
| 0.16 | ٠.٤ | ٠.٢ | ١٨ |

| | | | |
|------|-----|-----|----|
| 0.36 | ٠.٦ | ٠.٣ | ١٩ |
| 0.49 | ٠.٧ | ٠.٤ | ٢٠ |
| 0.25 | ٠.٥ | ٠.٢ | ٢١ |
| 0.25 | ٠.٥ | ٠.٢ | ٢٢ |
| 0.09 | ٠.٣ | ٠.١ | ٢٣ |
| 0.01 | ٠.١ | ٠.١ | ٢٤ |
| ٠.٣٦ | ٠.٦ | ٠.٣ | ٢٥ |

من الجدول (٦) قمنا بحساب عامل التشوه وفق العلاقة (2):

$$THD\% = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \dots + I_n^2}}{I_1} * 100 = \frac{\sqrt{34.19}}{167} * 100 = 3.5\% \quad (2)$$

نلاحظ أن قيمة عامل التشوه ضمن الحدود المقبولة وبالتالي النظام آمن ولا نحتاج إلى دارات حماية.

اختبار وثوقية الأنظمة الكهروضوئية:

يتم حساب وثوقية الأنظمة الكهروضوئية المكونة من وحدات تسلسلية ووحدات تفرعية من خلال معرفة معدل حدوث العطل لتجهيزات النظام والتي يتم تحديدها من الشركة المصنعة للتجهيزات والجدول (٧) يبين قيمة معدل العطل لتجهيزات النظام [12, 13] وكما يوضح الجدول (٨) عمر التشغيل الأقصى للنظام بحيث يتم تجديد كل مكون وفق العمر الافتراضي.

الجدول (7) معدل العطل لتجهيزات النظام

| نظام الطاقة | التجهيزات | معدل العطل (λ) |
|-------------------|----------------|--------------------------------------|
| النظام الكهروضوئي | اللوحة الشمسية | 2.96 failures/10 ⁶ hours |
| | الكابلات | 0.034 failures/10 ⁶ hours |
| | مبدل DC/DC | 8.069 failures/10 ⁶ hours |
| | قواطع | 0.5 failures/10 ⁶ hours |

الجدول (٨) عمر التشغيل الافتراضي

| اللوحة الشمسية | المبدل | القواطع | الكابلات |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| ٦ ساعات يومياً | ٦ ساعات يومياً | ٦ ساعات يومياً | ٦ ساعات يومياً |
| ١٥ سنة | ٦ سنوات | ٦ سنوات | ١٥ سنة |

تحسب وثوقية النظام الكهروضوئي كما يلي:

- وثوقية الألواح الشمسية بعد عمر ثلاث سنوات:

يتكون النظام المقترح من ١٥ لوح شمسي، لوح متصل على التسلسل، و ١٤ لوح على التفرع،

تم حساب وثوقية الفرع المكون من لوح موصول على التسلسل وفق العلاقة (3) [14]:

$$\begin{aligned} R_{panel}(t = 5475h) &= R_1 \times R_2 \dots R_n = e^{-(\lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n)t} \\ &= e^{-(2.96 \times 10^{-6}) \times 5475} \\ &= 0.9839 \end{aligned} \quad (3)$$

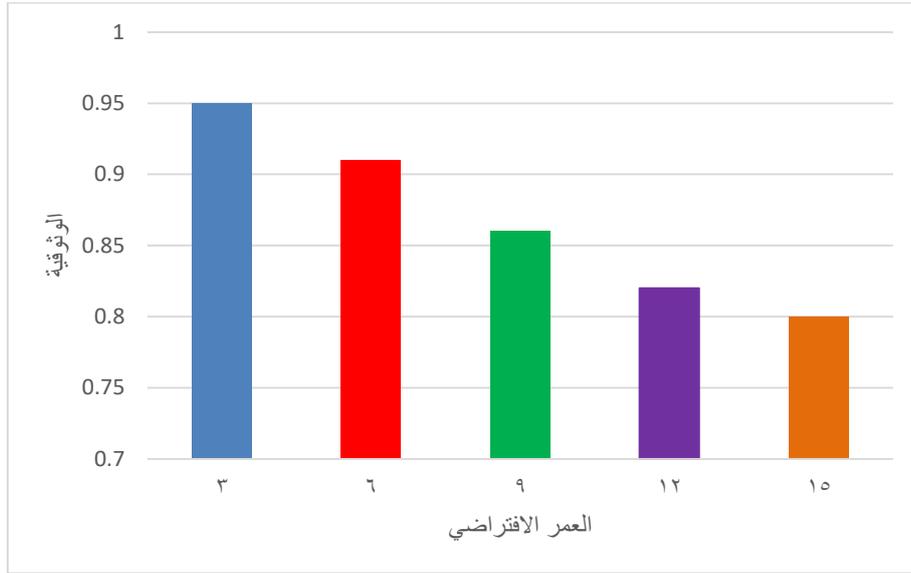
تم حساب وثوقية الفرع المكون من الألواح الموصولة على التفرع من العلاقة (4):

$$R_{panel,T} = 1 - \prod_{i=1}^n Q_i = 1 - \prod_{i=1}^{14} (1 - R_1) = 1 - (1 - 0.9839)^{14} = 1 \quad (4)$$

وبالتالي تكون موثوقية النظام الكهروضوئي المكون من عدة وحدات تسلسلية (اللوح - القواطع - المبدل) اعتماداً على الجدول (7):

$$R_{solar}(t = 5475) = R_{panel,T} \times R_{Breaker} \times R_{DC/DC} \\ = 1 \times e^{-(0.5 \times 10^{-6}) \times 5475} \times e^{-(8.069 \times 10^{-6}) \times 5475} = 0.95$$

تم حساب الوثوقية اعتماداً على العلاقات (4, 3) كل ثلاث سنوات ويبين الشكل (١٩) وثوقية النظام وفق الزمن الافتراضي بعد مضي ١٥ عام.



الشكل (١٩) وثوقية النظام وفق العمر الافتراضي.

تبين النتائج الوثوقية العالية للنظام حيث تبلغ وثوقية النظام 80% بعد 15 عام.

١- الاستنتاجات والتوصيات:

١- تم تأمين استمرارية التغذية للمصعد اعتماداً على دارة التحكم المصممة بثلاث حالات:

- جهد الألواح الشمسية إذا كان كافياً.
- جهد الألواح مضافاً إليه جهد البطاريات في حال كان الإشعاع الشمسي غير كافٍ.
- جهد الألواح الشمسية مضافاً إليه جهد البطاريات مضافاً إليهما جهد الشبكة العامة.

وبالتالي تأمين وفر كبير في الطاقة.

٢- بين البحث أن تقنية التحكم المصممة تؤمن التغذية للمصعد بوثوقية عالية 95% بعد ثلاث سنوات، و80% بعد مضي 15 عاماً.

٣- أظهرت نتائج البحث أن عامل التشوه (3.5%) ضمن الحدود المقبولة وبالتالي فإن نظام التحكم المصمم آمن ولا يحتاج إلى دارات حماية.

٦-٢- التوصيات:

- يوصى بتطبيق التصميم المقترح عملياً في التجمعات السكنية والمنشآت الحكومية.
- يوصى بدراسة استخدام تقنية الانفرتر متعدد المستويات وربطه مع دائرة القيادة المصممة لتأمين التغذية الاحتياطية للمصعد.
- يوصى بدراسة نظام هجين (ريحي - شمسي - ديزل) لتأمين التغذية الاحتياطية للمصعد.
- يوصى بدراسة نظام التوصيل لأقرب طابق وذلك عند الاعتماد على جهد البطاريات فقط.

المراجع Reference

[1] S. Al Ali, A. Mohammad, "Designing interactive GUI to determine the required size of an independent photoelectric system to feed of an elevator (residential - service)", Tartous University Journal for Research and Scientific Studies 5(3); P:81-94, 2021.

[2] Muhammad Z Hasan, Rainer Fink, Muthuvel Raj Suyambu, Manoj Kumar Baskaran, Daryl James, and Jesus Gamboa, " Performance Evaluation of Energy Efficient Intelligent Elevator Controllers," IEEE International conference on Electro/information Technology (EIT), pages 44 – 49, 2015.

[3] Supapradit marsong, and Boonyang Plangklang, " Implementation Analysis of an Elevator Energy Regenerative Unit (EERU) For Energy Saving in a Building " IEEE, pages 1 – 6, 2016.

[4] Yao Lin, and Yanbin Liu, " Simulation and Experiment Research on a New Elevator System with Solar Energy and Super-Capacitor," IEEE, pages 1 – 6, 2015.

[5] V. Parimala, D. Ganeshkumar, M. Divya "Implementation of Solar Water Pumping System Using Fuzzy Logic Controller", International Conference on Advanced Computing & Communication Systems (ICACCS), 2020.

[6] J. Yousef, "Automated Detection and Diagnosis of faults in control system for stand-alone hybrid-wind power plant", PHD thesis, Tartus university, Faculty of Technical Engineering, 2018.

[7] U. A Ssleh, Y.s. Haruna & F.I Onuigbo, Design and procedure for Stand-Alone Photovoltaic Power System for Ozone Monitor Laboratory at Anyigba, North Central Nigeria (IJESIT) Volume 4, 6, November 2015.

[8] Z. al-Ghussain , hanibal al Najjar, Wisam sakallah, "Design of cogeneration solar energy system utilizing photovoltaic thermal PV/T hybrid collectors: A case study for a domestic residential building in the Gaza strip" , IEEE, 2019.

[9] O. Elmardi, Suliman Khayal, Electric elevator design, Nile Valley University, Faculty of Technical Engineering, 2018.

[10] F. Abdel Qader, "Design of elevators", publications of the Arab Electricity Journal, Vol. 86, 2018.

[11] S. Al Ali, "stand photovoltaic system control based on neural networks", PHD thesis, Tartus university, Faculty of Technical Engineering, 2017.

[12] Manfred R., Laidig and John W., “*Battery failure prediction*”, Whippany, New Jersey, 2008.

[13] J. carroll, A. Mcdonald, D. Mcmillan “*Reliability comparison of wind turbines with DFIG and PMG Drive Trains*”, strathclyde, 2015.

[14] Dimitri B., Kececioglu, “*Reliability engineering handbook*”, PHD, P.E, Vol 2. 2002.