JAUES

Journal Of Al-Azhar University Engineering Sector

Vol. 14, No. 51, April, 2019, 653-669

DESIGN AND BUILDING AN AUTOMATED MEASUREMENT AND CONTROL SYSTEM

Hend Mohamed Elsaied Soliman Mosbah and Ahmed Mohamed N. Elmahdy
Computer and System Dep., Faculty of Engineering, Al-Azhar University

ABSTRACT

Measurement and control systems (MCS) are the most important systems in all levels and fields, whether in our daily life such as controlling the temperature of a house and its luminance and ..., or as the control of the electric elevator, a car protection system or a company protection system. As well as in the field of robotics and industry, where there is no factory of any kind does not contain a system of measurement and control. And there are many applications for this systems in many technological fields, such as communications, transport, defense and many other fields. Therefore, there is an urgent need to know how to design and build systems, especially automated measurement systems and control flexibly under the circumstances and challenges that the designer meet them from the surrounding environment him or surrounding the system itself.
Here, some solutions have been found to design and build the automated measurement and control systems flexibly, which requires to maintain the effort in terms of design, building or using, as required by the system itself without compromising the efficiency of its work (reaching to optimization). And thus achieve flexibility in use the system, and tune it with what is required of it.

Keywords: Design and building system, automated measurement and control system, Sensor, Communication Protocols

تصميم و بناء نظام قياس و تحكم آلى

هند محمد السيد سليمان مصباح و أحمد محمد نور المهدي
جامعة الأزهر- كلية الهندسة - قسم النظم و الحاسبات

ملخص البحث:

تعتبر نظم القياس و التحكم الآلى من أكثر النظم أهمية فى جميع الأصعدة و الميادين سواء أكان ذلك فى حياتنا اليومية كالتحكم فى درجة حرارة منزل و شدة إضاءته و.. ، أو كالتحكم فى المصعد الكهربى ، أو كجهاز حماية السيارة ، أو كنظام حماية شركة ، و غيره. و كذلك فى مجال الروبوتات ، و فى مجال الصناعة ، حيث لا يوجد مصنع أياً كان نوعه لا يحتوى على نظام قياس و تحكم. و هناك العديد من التطبيقات لتلك النظم ضمن الكثير من المجالات التكنولوجية كالتى لها علاقة بالاتصالات و النقل و الدفاع ، و غيرها من المجالات التى لا حصر لها. و لذلك كانت هناك الحاجة المَّاسة إلى معرفة كيفية بناء و تصميم النُّظم و خاصةً نُظُم القياس و التحكم الآلى بمرونة فى ظل الظروف و التحديات التى يواجهها المصمم سواء من البيئة المُحيطة به أو المُحيطة بالنظام نفسه.

و هنا تم إيجاد بعض الحلول لتَصميم و بناء نظم القياس و التَّحكُم الآلى بمرونة ، و التى تقتضى إلى الحِفاظ على الجهد المبذول سواء من ناحية التصميم أو البناء أو الاستخدام ، و ذلك بما يتطلبه النظام نفسه دون الإخلال بكفاءة عمله (الوصول إلى الأمثل)، و بالتالى تتحقق المرونة فى استخدام النظام و تناغُمُه مع ما هو مطلوب منه.

لكلمات البحثية: تصميم و بناء النظم - نظام قياس و تحكم آلى - الحساس – بروتوكولات الاتصال .

١- المقدمة:

تصميم و بناء نظم القياس و التحكم الآلى يتضمن العديد من العلوم و التخصصات التقنية ، على سبيل المثال: كالإلكترونية و الكهربية و التحكم. و فى الآونة الأخيرة حدث الكثير من التطورات أدت إلى توسيع مجال نظم القياس و التحكم الآلى بشكل كبير ، منها تطوير النظريات الرياضية المُتقدِّمة ، و أنظمة الاتصالات ، و تكنولوجيا القياس ، و الأنظمة الرقمية ، و كذلك التفاعل بين الإنسان و الآلة.

وفى الوقت الحالى تعتمد معظم الأنظمة و خاصةً أنظمة القياس و التحكم الآلى بشكل كبير على التقنية الرقمية ، حيث تم تطوير الأجهزة الرقمية باستخدام الدوائر المتكاملة (ICs) ، و المتحكم الدقيق (Microcontroller) ، و المعالج الدقيق (Microprocessor) ، و التى تمنح تلك الأجهزة المرونة فى التعامل مع المعلومات و مُعالجتها بدقة. و تستعرض الورقة البحثية طرق تصميم و بناء تلك النظم.

٢- طرق تنفيذ تصميم و بناء نظم القياس و التحكم الآلى:

بناءً على الأبحاث و الدراسات السابقة فيما يخص نُظم التحكم و تصميم النظم كـ " Challenges and Types of Home Automation Systems"[(1)]، "Digital control system of the recuperation device" ، "Devices for Automatic Measurement Contemporary Methods and"[(2)]، " On System " [(3)] ، "Design"[(4)]، "Resilient Control Systems"[(5)]، "Resilient Control System Execution Agent"[(6)] ، "Experimental validation of a resilient monitoring and control system"[(7)] ، " Home Appliance Management System for Monitoring Digitized Devices Using Cloud Computing Technology in Ubiquitous Sensor Network Environment"[(8)] .. و غيرها. فإن تصميم و بناء نظم القياس و التحكم الآلى يُمكن أن تتم بإحدى الطرق الثلاثة الآتية أو جميعُها ، كالآتى :

الطريقة الأولى: و يتم فيها التحكم فى الأجهزة المتواجدة فى مكان واحد و فى نفس الحيز ، حيث يكون ذلك غالباً باستخدام المتحكم الدقيق (Microcontroller) .

الطريقة الثانية: كيفية التحكم فى الأجهزة المتواجدة فى مسافات أبعد فى نفس المكان أو الموقع مثل: المصانع و المعامل ، و يكون ذلك من خلال أى نوع من أنواع برتوكولات الاتصال (Communication Protocols) كـ IEEE488 (GPIB) protocol .

الطريقة الثالثة: التحكم فى الأجهزة عن بعد ، مثل: المواقع الحربية أو الأماكن التى يوجد بها خطورة أثناء التواجد بها كالأحماض الضارة و المفاعلات النووية.. ، أو كالتحكم فى حرارة منزل و شدة إضاءته و الأجهزة التى به عن طريق الموبايل،و غيرها من التطبيقات التى لاحصر لها. و يكون ذلك من خلال أى نوع من الـ wireless communication protocol .

٣- الأسلوب الأمثل لتصميم نظام القياس والتحكم الآلى:

لتصميم نظم القياس و التحكم الآلى بصورة مثالية ينبغى أن تُأخذ النقط الآتية بعين الإعتبار أثناء التصميم:

١). معرفة المتطلبات و المواصفات التى يريدها المُستخدم فى النظام المُراد بناءه.

٢). تمييز حدود النظام ، أى تحديد نطاق مشكلة التحكم و النظام المطلوب التحكم فيه.

٣). تحديد نوع و وضع الشئ المراد التحكم فيه فى النظام ، و بالتالى تحديد المدخلات التى ستتحكم فى النظام.

٤). معرفة العوامل المُؤثرة فى عملية القياس و التحكم و ظروف المكان المراد بناء النظام به (أى المكان الذى سيحتوى هذا النظام)، و معرفة نسبة ملائمته بما هو مطلوب للنظام ، و من خلال تلك النسبة سيتضح ما يَستَوجِب أو ما يُفضَّل استبداله فى التصميم لكى يتلائم عمل النظام و ما هو مطلوب منه مع المكان الذى سيحتويه.

٥). تحديد نوع و وضع أجهزة الاستشعار (sensors) التى يفضل تواجدها أو استخدامها فى النظام ، و بالتالى يتم تحديد المُتغيرات المُتوفرة للتغذية أو التغذية المرجعيَّة (feedback).

٦). اختيار و تحديد شروط التشغيل التى بموجبها ستؤثر على الخرج بقيم معينة.

٧). تحديد الخصائص و الصفات المرغوبة للنظام المُلائِمة لظروف المكان نفسه (مرونة التصميم)، و التى منها تحديد نوع المُتحكم ، و نوع مصادر الطاقة (power sources) التى ستُغذى أجزاء النظام.
٨). تحديد خطة مواصفات التصميم عملياً. و بما أن معظم نظم القياس و التحكم الآلى يتم بنائها باستخدام التقنية الرقمية و الإلكترونية فهذا بدوره سيسهل بشكل كبير فى تدفق التصميم إلى خطوات ، حيث كل خطوة تتعامل مع جوانب محددة ، منها ما هو تركيب ذو مُستوى عالى (high-level)، أو تركيب منطقى (logic).
٩). تصميم و هيكلة النظام بالكامل.
١٠). تطبيق مبادئ الصحة و السلامة أثناء التصميم.

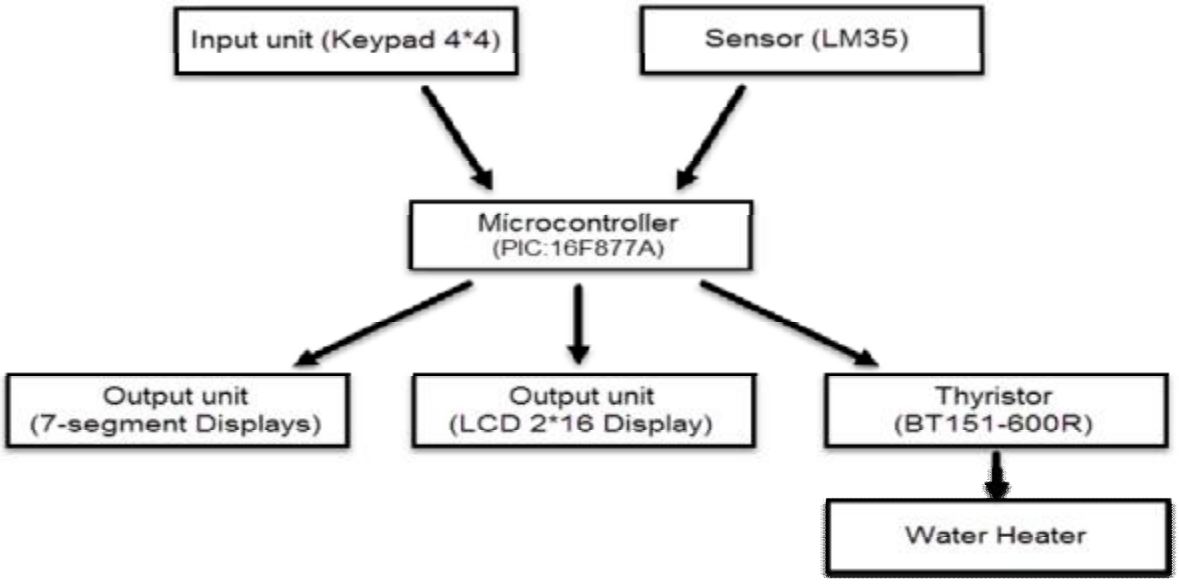
٤- طرق تنفيذ تصميم و بناء نظم القياس و التحكم الآلى عملياً:

٤-١ الطريقة الأولى (لتنفيذ تصميم و بناء نظم القياس و التحكم الآلى):

و هى التحكم فى الأجهزة المتواجده فى مكان واحد و فى نفس الحيز و ذلك من خلال المتحكم الدقيق PIC:16F877A. و معظم تطبيقها هذه الطريقة تكون فى المعامل و المشاريع الصغيرة.

- **عناصر النظام:**

7-segment Displays, LCD 2×16 Display, LM35, water Heater, thyristor , Keypad 4×4 with PIC:16F877A



الشكل (١): الشكل العام للنظام

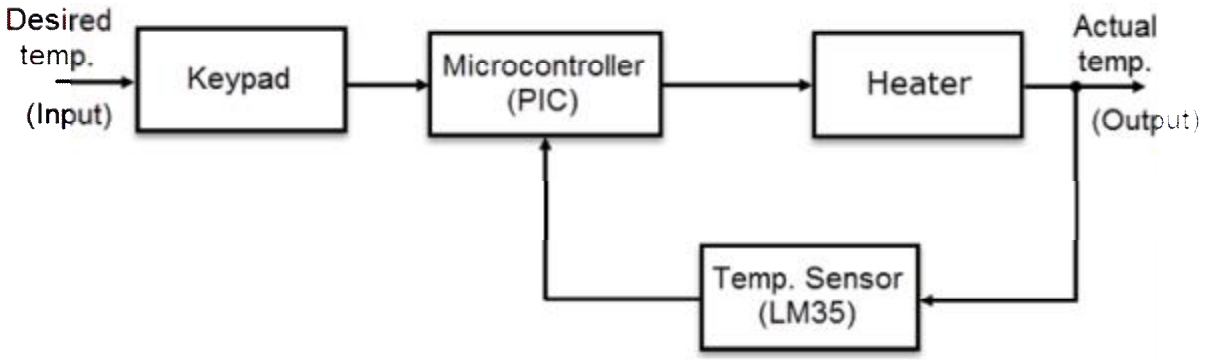
وظيفة هذا النظام :

هو قياس و التحكم فى درجة حرارة سائل يحتوى على سخان (Heater) عن طريق المُتحكم الدقيق (PIC:16F877A) ، حيث يقوم هذا المُتحكم بقياس درجة حرارة السائل بواسطة حساس الحرارة LM35 ، و أيضاً يقوم باستقبال القيم العُظمى و الصُغرى التى يتم إدخالها إليه عن طريق المُستخدم من خلال الـ Keypad ، ثم يُقارن قيمة الحرارة المُقاسة بالقيم العُظمى و الصُغرى المقروءة ، ثم يقرر ---> إما بفصل السخان أو استمرار عمله.

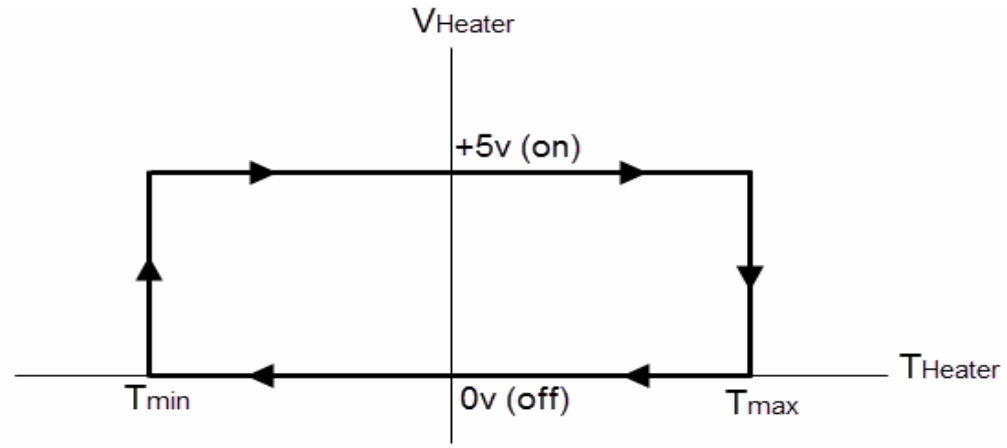
بالإضافة إلى أن المُتحكم يقوم بعرض كلاً من:

- درجة الحرارة المُقاسة من خلال الـ 7-Segment Displays.
- القيم العظمى و الصغرى التى تم إدخالها ، و أيضاً عرض حالة السخان من خلال الـ 16×2 LCD.

و بالتالى نوع التحكم فى هذا النظام هو عبارة عن On\Off control ، حيث الجهاز الذى يتم التحكم فيه هنا هو السخان و الإشارة التى يتلقاها من جهاز التحكم (Microcontroller PIC) من خلال مُفتاح القدرة الإلكترونى "الثايريستور" هى إما On=5v أو Off=0v ، وذلك كما بالشكل (٣).

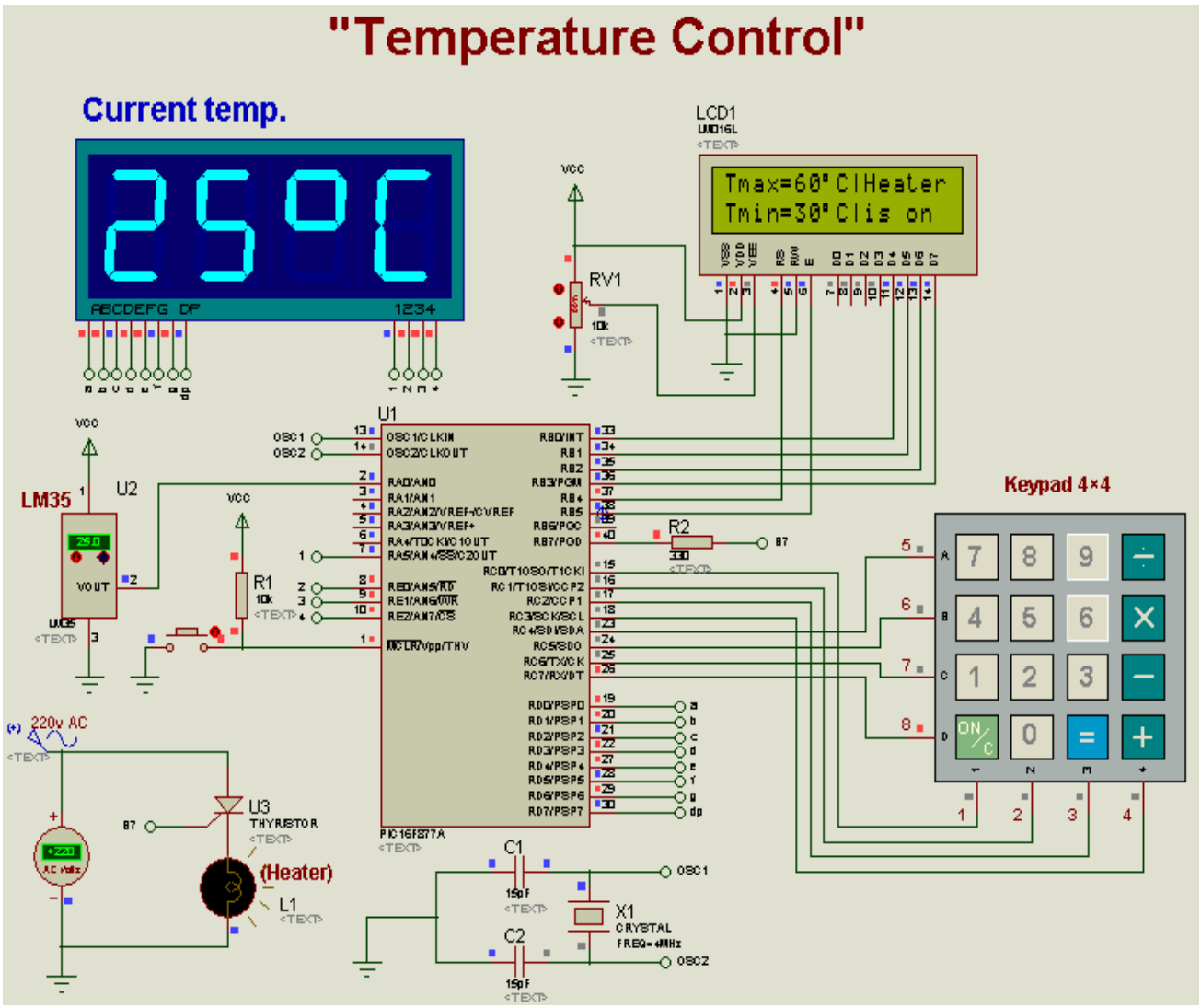


الشكل (٢): الـ Block diagram الخاص بالنظام الأول



الشكل (٣): الرسم البيانى لتوضيح العلاقة بين درجة الحرارة و خرج المُتحكم

حيث، V_{Heater}: هو قيمة خرج المتحكم الدقيق و الذى يتم توصيله بالسخان عن طريق الثايريستور.



الشكل (٤): تصميم و تنفيذ دائرة النظام الإلكترونية على برنامج المحاكاة للدوائر الإلكترونية "Proteus"

ملاحظة:

قام الـ PIC بمقارنة القيم العظمى و الصغرى التى تم إدخالها من خلال الـ Keypad بـ درجة الحرارة المُقاسة بواسطة الـ LM35 ، ثم قرر حالة عمل السخان و ذلك كالآتى :

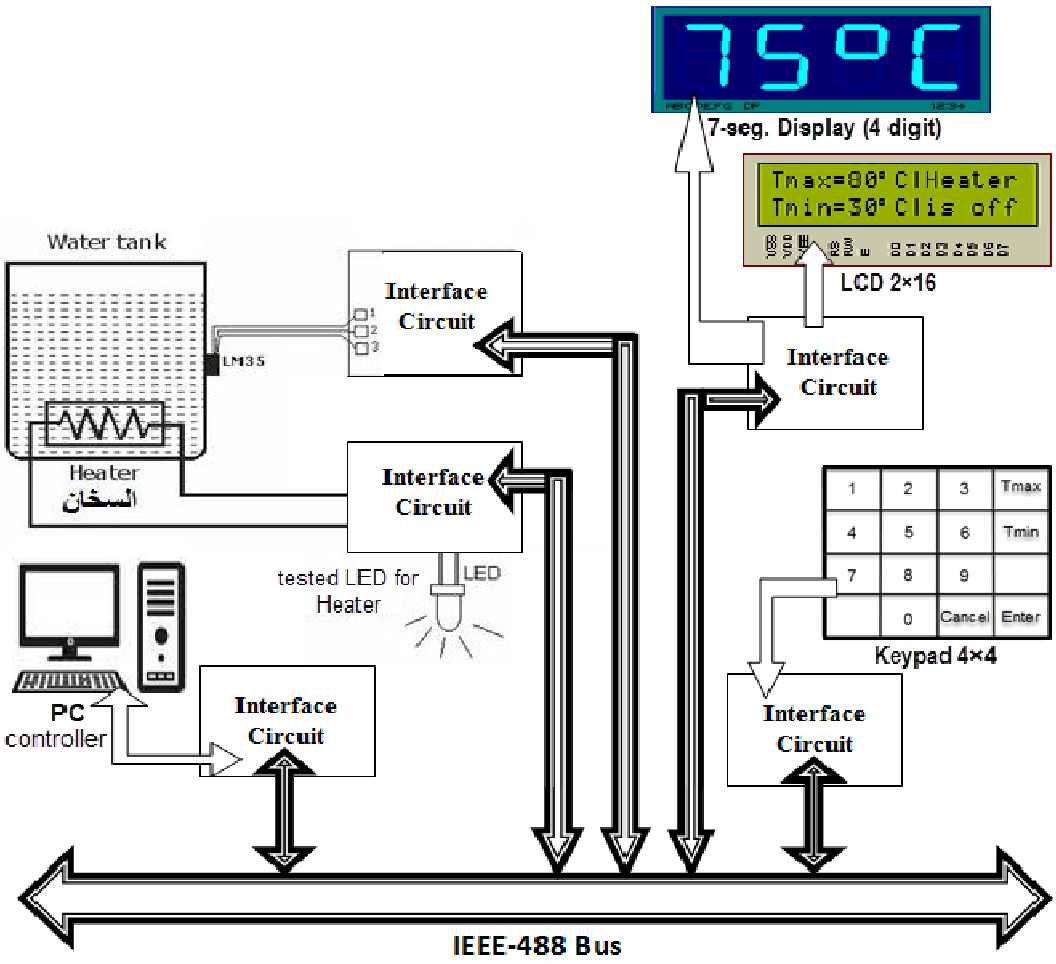
- If (Temp >= Tmax) ---> Heater=0 (turn off)
- If (Temp <= Tmin) ---> Heater=1 (turn on)

٤-٢ الطريقة الثانية(لتنفيذ تصميم و بناء نظم القياس و التحكم الآلى):

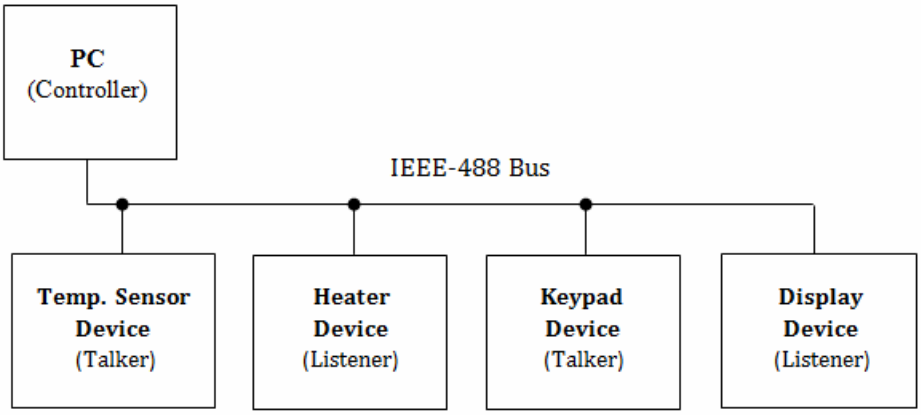
فى هذا النوع من النظم يكون المتحكم على بعد مسافات قريبة من الأجهزة كما هو الحال فى المصانع ، و تكون طريقة الاتصال بين المتحكم و باقى الأجهزة من خلال أى نوع من أنواع الـ Communication protocol، و النوع الذى تم استخدامه فى الاتصال هو:

IEEE488 bus communication (GPIB) .

فى تصميم هذا النظام تم استخدام نفس الأجهزة السابقة و لكن بعد تعديلها ، حيث تم تصميم Interface circuit لكل جهاز لكى تتعامل بسهوله مع IEEE488 bus ، و تم جعل المتحكم هنا هو الحاسب الشخصى (PC) و ذلك من خلال استخدام برنامج الـ LabVIEW .



الشكل (٥): الشكل العام للنظام



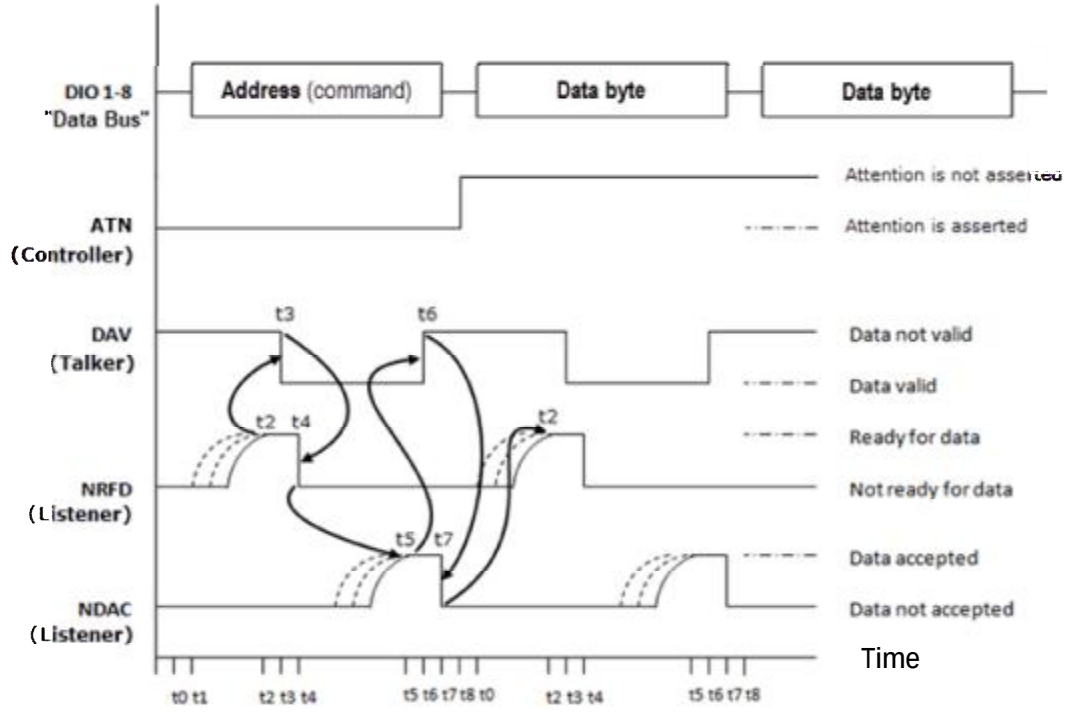
الشكل (٦): توضيح التوصيل العام للنظام

توضيح وظائفة خطوط مسار IEEE488 بشكل عام[9]:

- ٨ خطوط ← DIO (Data Input/Output) ← مسار البيانات
  - D0 ⋮ D7
  - **تستخدم فى نقل البيانات بين أجهزة و المُتحكم ، و أيضاً فى نقل الأوامر من المُتحكم إلى الأجهزة**

- ٣ خطوط ← Data byte transfer control ← خطوط التحكم فى نقل البيانات
  - DAV ← ٠ البيات جاهزة على الـ Bus
  - NRFD ← ١ الجهاز جاهز لتلقى البيانات
  - NDAC ← ١ الجهاز تلقى أو قَبل البيانات

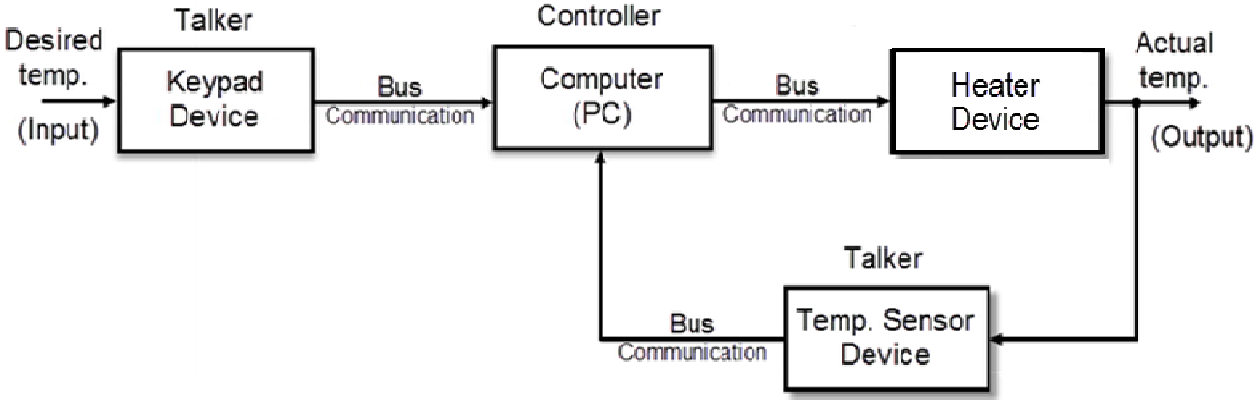
- ٥ خطوط ← General interface management ← خطوط إدارة الربط العام
  - ATN ← ١ حالة نقل البيانات فى مسار البيانات
    "هذا الخط Active low"
    ٠ حالة نقل الأوامر و العناوين فى مسار (المتحكم هو من يستخدم هذا الخط)
  - IFC ← ١ إعادة ربط الـ IEEE-488 بجميع أجهزة النظام إلى الحالة السابقة التعريف، كل الأجهزة تكون غير مُعَنوَنة (المتحكم فقط هو من يستخدم هذا الخط)
  - REN ← ١ وضع الجهاز فى حالة التحكم عن بعد، أى فى حالة التحكم من المسار و ليس من واجهة الجهاز (المتحكم فقط هو من يستخدم هذا الخط)
  - SRQ ← ١ تعنى جهازٍ ما يطلب الخدمة من المتحكم، و يكون الرد عليها من المتحكم بالإلتفات إليها بعد قطع العمل الحالى (تصدر من الجهاز الذى يطلب الخدمة)
  - EOI ←
    - فى حالة نقل البيانات :
      ١=EOI & ATN=1 المتحدث يشير إلى إنهاء نقل الـ Byte المضاعف
    - فى حالة نقل الأوامر :
      ٠=EOI & ATN=1 المتحكم ينفذ التسلسل الذى تم انتخابه
      (المتحكم هو من يستخدم هذا الخط)



الشكل (7): Timing diagram for GPIB handshake

- **وظيفة هذا النظام (الطريقة الثانية):**

وظيفة هذا التطبيق هى نفس وظيفة نظام الطريقة الأولى باختلاف أن من سيُستخدَم هنا لغرض التحكم هو الحاسب الشخصى PC و ليس المتحكم الدقيق PIC، و طريقة نقل البيانات تتم من خلال Bus communication (GPIB)



الشكل (8): الـ **Block diagram** الخاص بالنظام الثانى

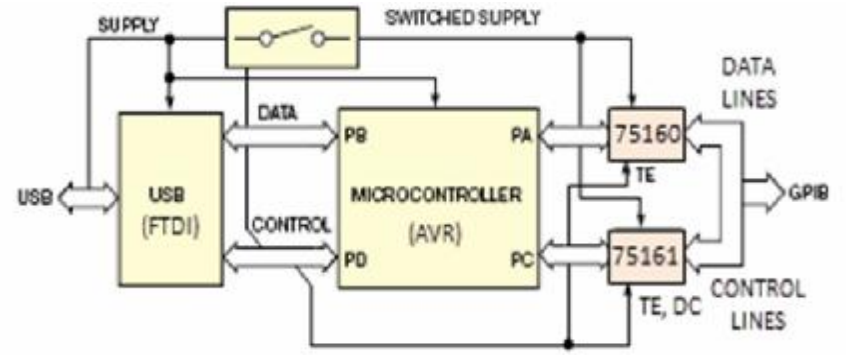
جهاز التحكم (PC controller) :

جهاز التحكم ينقسم إلى قسمين : Software application & USB-GPIB Interface circuit .

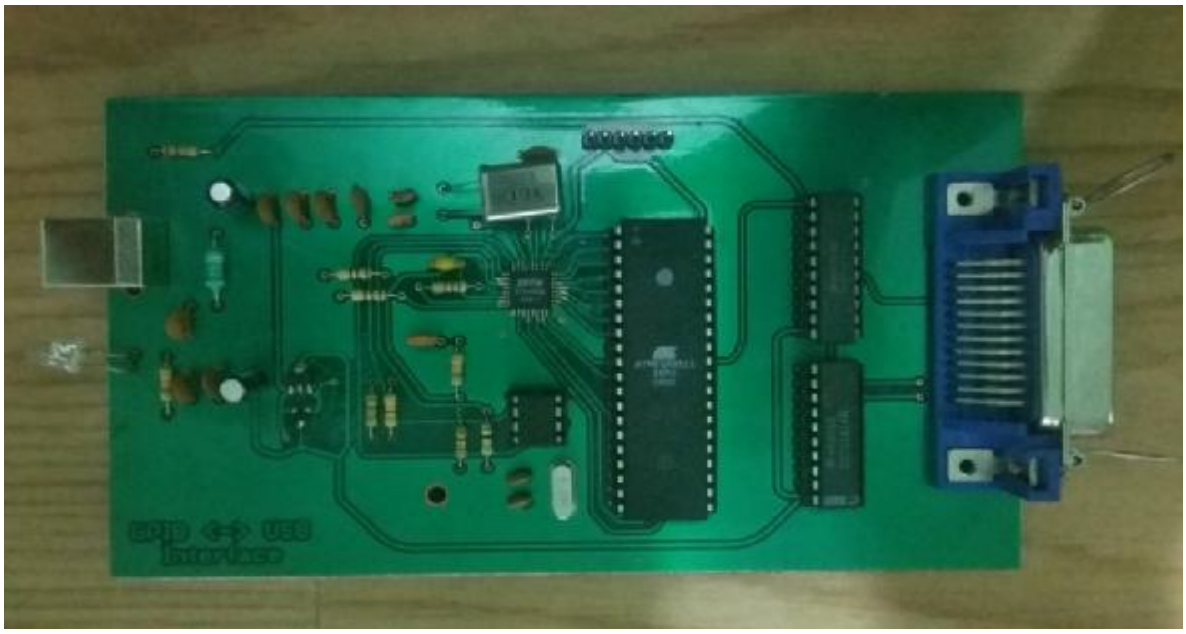
سنتطرق أولاً إلى الـ USB-GPIB interface circuit وهى عبارة عن Interface circuit حلقة الوصل بين الـ PC و الـ GPIB bus .

- USB-GPIB interface circuit :

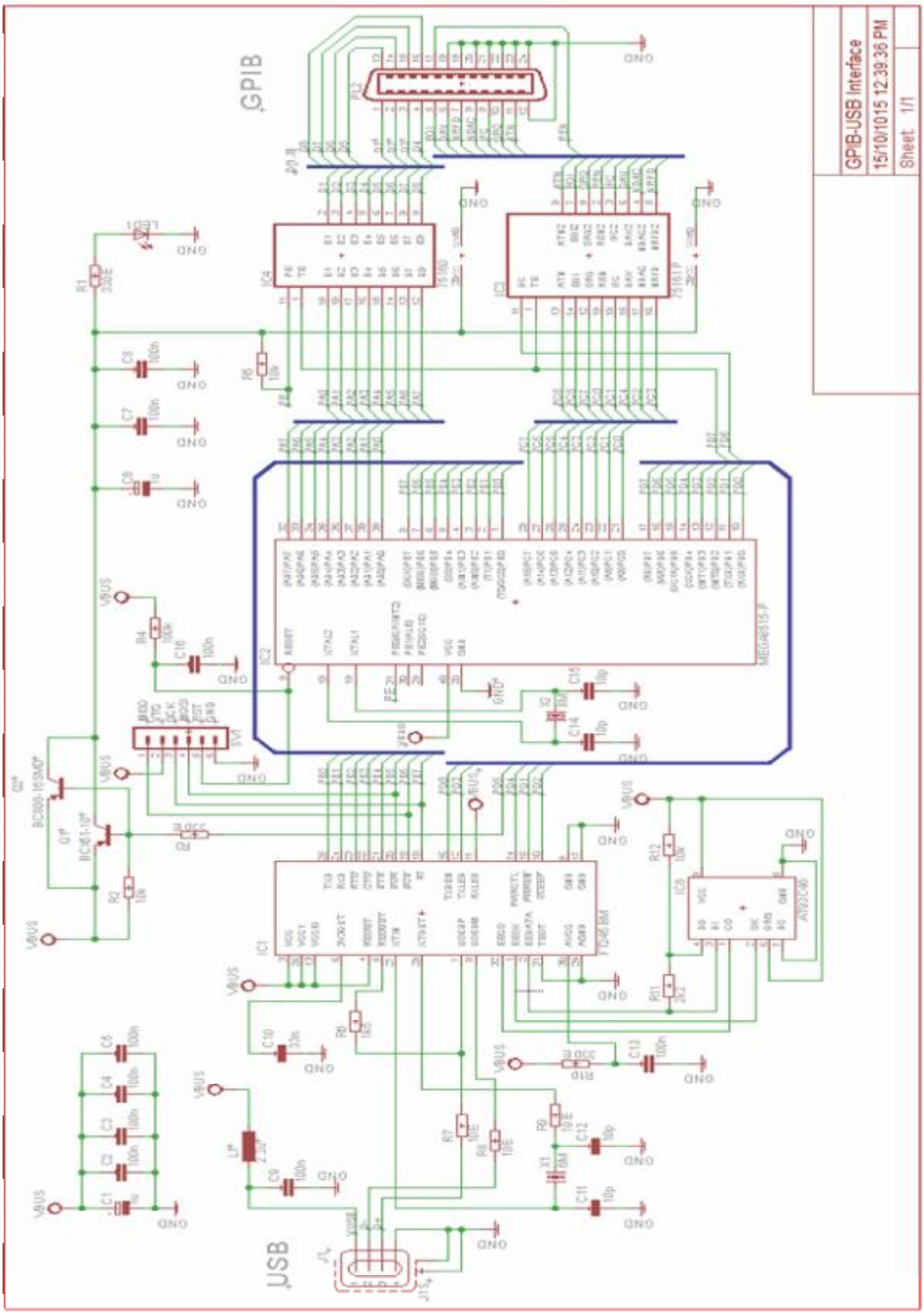
دائرة الـ USB-GPIB Interface هى عبارة عن Interface circuit حلقة الوصل بين الـPC و الـGPIB bus ، و الدائرة التى تم استخدامها و تنفيذها هى كما بالشكل (٩- أ ، ب ، ج).



الشكل (9- أ): USB-GPIB Interface circuit **من مرجع (10)**



الشكل (٩- ج): تنفيذ دائرة الـ USB-GPIB Interface



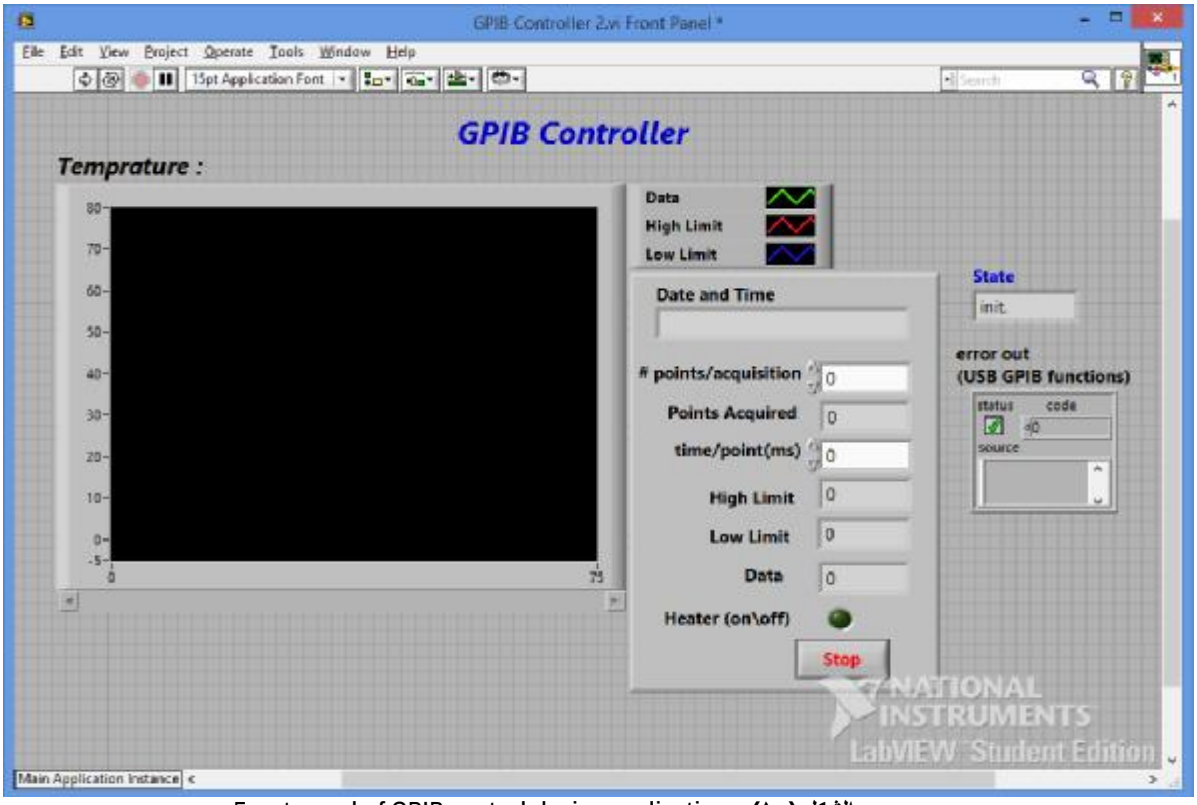
الشكل (٩- ب): تصميم دائرة الـ USB-GPIB Interface

- Software Application:

الـ software application هو التطبيق الذى تم تصميمه و بناءه لغرض المُراقبة و التحكم فى الأجهزة المُتصلة بالمسار GPIB (IEEE 488) .

و الـ PC driver التى تم استخدامها فى التطبيق هو عبارة عن LabVIEW drivers[10] مخصصة لـ GPIB ، و هم كالآتى: USB GPIB Initialization, USB GPIB Write, USB GPIB Write List, USB GPIB Read, USB GPIB Clear, USB GPIB Read STB, USB GPIB Request Wait, USB GPIB Wait SRQ, USB GPIB Set timeout, USB GPIB Trigger, USB GPIB Trigger List and USB GPIB Close.

التطبيق الذى تم تصميمه و بناءه من خلال برنامج الـ LabVIEW و بمساعدة تلك الـ VIs ، هو كالآتى :

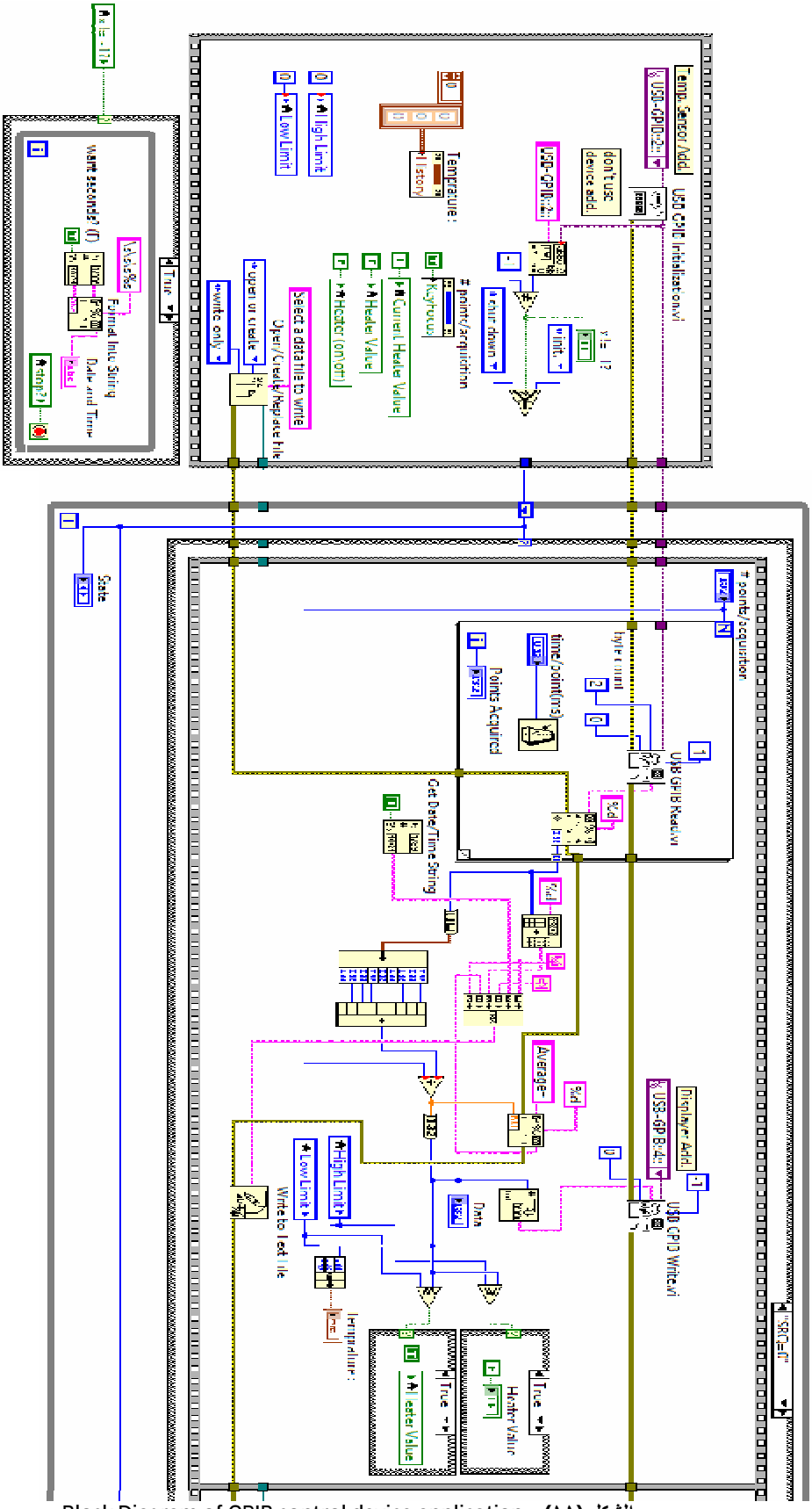


الشكل (١٠) : Front panel of GPIB control device application

واجهة البرنامج الخاصة بالـ PC controller هى الواجهة التى يتم من خلالها عرض مُتوسط درجة الحرارة المُقاسة (Data)، و القيمة العظمى لدرجة الحرارة (High Limit)، و القيمة الصغرى لدرجة الحرارة (Low Limit)، و حالة السخان (Heater (on\off)).

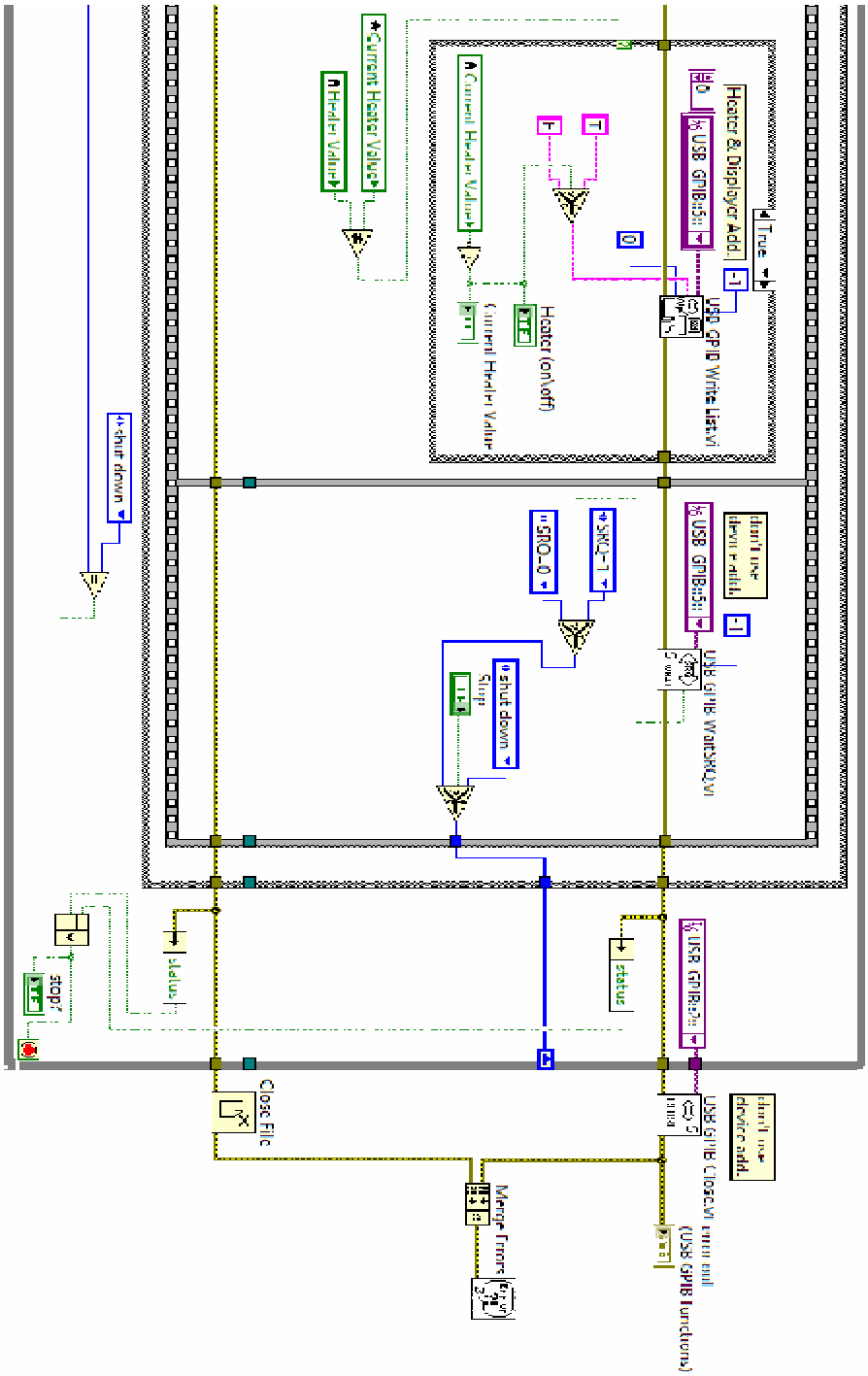
و لتكون القيمة المُقياسة لدرجة الحرارة أكثر دقة ينبغى أن نحصل على مُتوسط القِيَم المَأخودة لها ، حيث يتم تحديد عدد مرات قياس درجة الحرارة أو ما يسمى بـ عدد مرات أخذ العينة و ذلك من خلال الـ points/acquisition # ، و كذلك يتم تحديد زمن التأخير (time delay) بين كل قياس و الذى يليه و ذلك من خلال الـ time/point(ms) ، حيث يقوم هذا التطبيق بجمع تلك القيم المُقاسة و تقسيمها على عدد مرات أخذ تلك القيم لِيُعطِى بذلك "مُتوسط القيمة المقاسة" (Data).

و يتم عرض كلاً من متوسط قيمة درجة الحرارة المُقاسة (Data)، و القيمة العُظمى لدرجة الحرارة (High limit)، و القيمة الصُغرى لدرجة الحرارة (Low Limit) بشكل بيانى و ذلك من خلال أداة الراسم البيانى الموجى (Waveform charts) "Temprature".

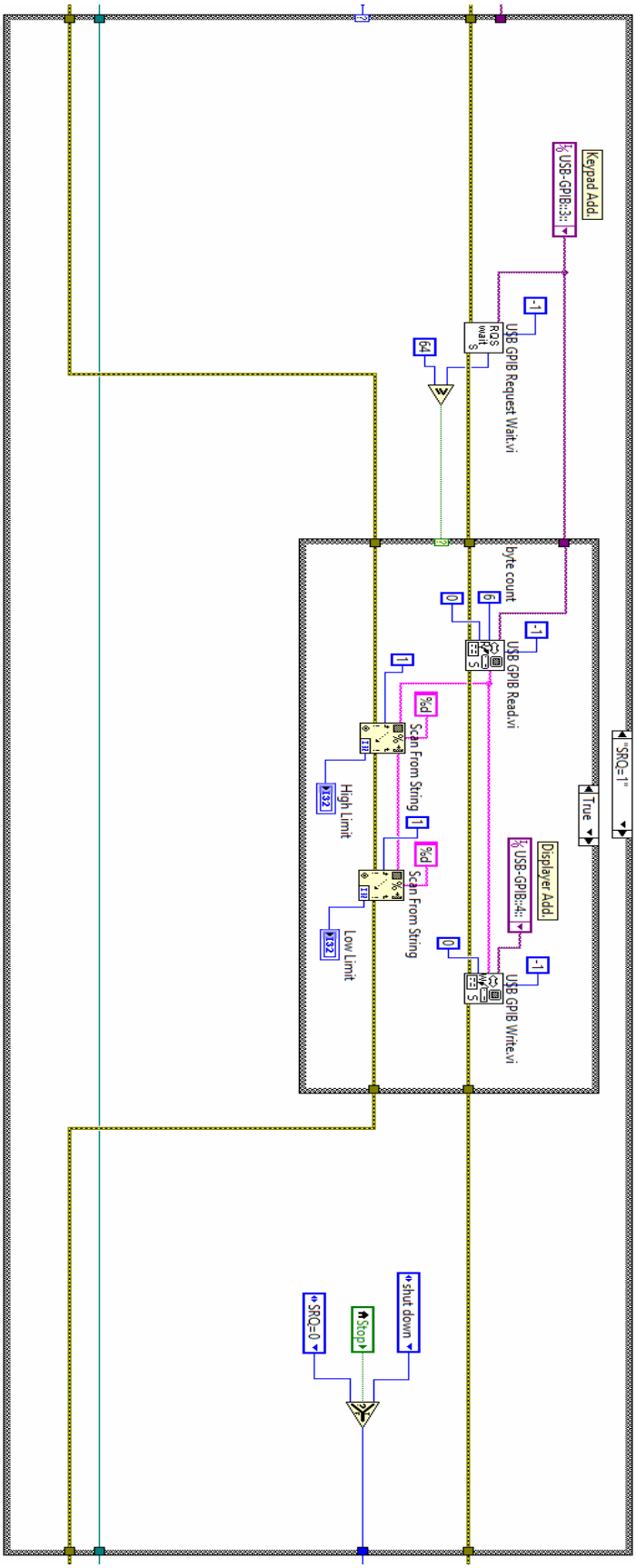


Block Diagram of GPIB control device application : (١١) الشكل

with SRQ=0 State



تابع الشكل (١٣) : Block Diagram of GPIB control (PC) application
with SRQ=0 State



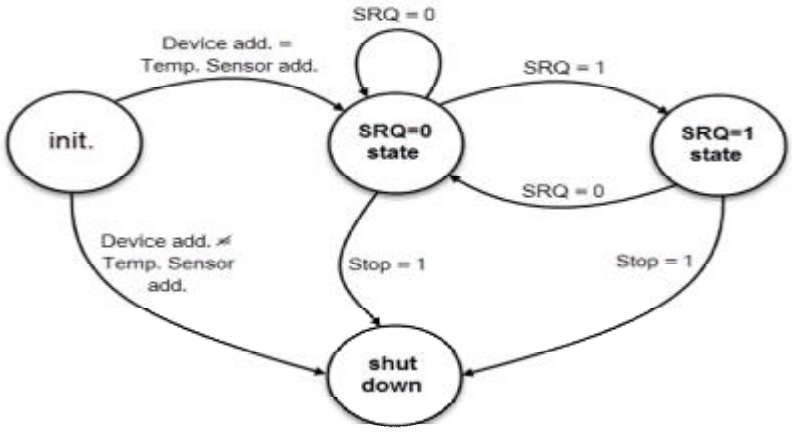
الشكل (١٢) : SRQ=1 State of GPIB control (PC) application

و البناء الفعلى للـ GPIB control (PC) application بشكل مُفصل و كيفية تصميمه تظهر من خلال الـ Block Diagram الخاص بتطبيق برنامج الـ LabVIEW ، كما بالشكل (١٤).

خطوات عمل الـ GPIB Controller Application:

خطوات عمل الـ PC application تتم بأربعة مراحل بشكل عام كما فى الشكل (١٥) ، (كما تم توضيحه فى الـ Block Diagram) و هى كالآتى:

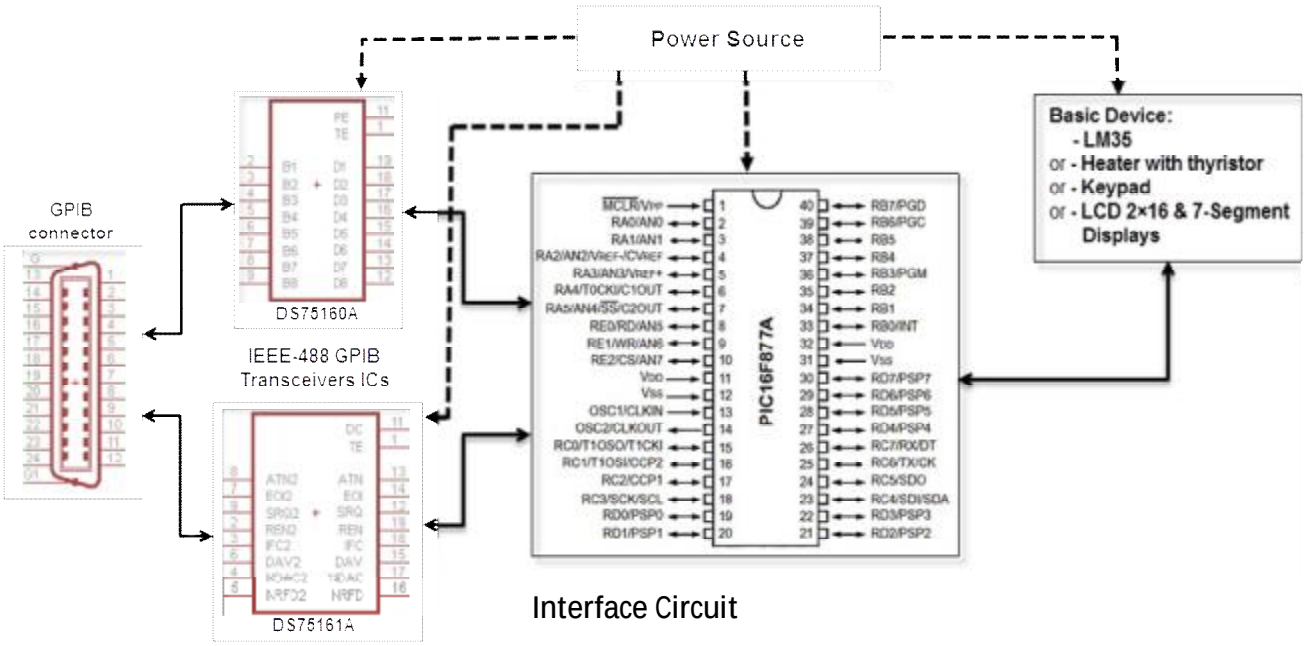
(١). init. (Initialization)
(٢). SRQ=0 (main program)
(٣). SRQ=1 (subroutine)
(٤). shut down



الشكل (١٣): State Machine for software application of PC controller

بالإضافة أن تصميم باقى الأجهزة المتصلة بالمسار GPIB bus كما بالشكل (١٦)، هى عبارة عن الأدوات الأساسية فى كل جهاز كـ حساس الحرارة (LM35)، لوحة المفاتيح (Keypad)، السخان مع الثايرستور (Heater with thyristor)، أدوات العرض (LCD 2×16 & 7-Segment Displays) ، حيث يتم ربطها بالمسار عن طريق دارة Interface بين المسار GPIB bus و بين كل أداة من تلك الأدوات. بالإضافة إلى دائرة مصدر طاقة التغذية الذى يمِد عناصر الجه لالار از بالطاقة اللازمة.

فالعنصر الأساسى المسؤول عن إدارة كل جهاز هو المُتحكم الدقيق PIC:16f877a ، حيث تم تصميم كود خاص له بُناءً على قواعد الـ IEEE488 (GPIB) communication protocol و التى تُمكِنه من نقل البيانات بسهولة من و إلى GPIB Bus و الذى بِدوره يسهل تعامل الجهاز بشكل عام مع جهاز التحكم الـ GPIB contloller.



الشكل (١٤): Basic Design of Devices that connected to GPIB bus

٤-٣ الطريقة الثالثة(لتنفيذ تصميم و بناء نظم القياس و التحكم الآلى):

فى هذا النظام يتم التحكم فى الأجهزة سواء التى فى حيز واحد كنظام الطريقة الأولى أو الأجهزة التى ذات بعد مسافات فيما بينها كما فى نظام الطريقة الثانية ، و لكن عملية التحكم نفسها تتم عن بعد و ذلك من خلال أى نوع من أنواع الـ wireless communication protocols.

و هناك طرق و وسائل عديدة لاستخدام بروتوكولات الاتصال اللاسلكى مع النُّظم ، و خاصةً مع نظام القياس و التحكم الآلى. حيث يوجد فى برنامج الـ LabVIEW أدوات (tools) تعمل على ربط النظام الذى تم بناءه فى **الطريقة الثانية** بالإنترنت ، و الذى بِدوره يُتيح التحكم فى النظام ليس عن بُعد فقط بل عن طريق أقطار و بلدان أخرى.

٥- النتائج:

فى هذه الدراسة تم تَعمُّد استخدام نفس أدوات البناء و نفس الوظيفة المطلوبة لجميع النظم مع اختلاف المُشكلة التى تواجه كل نظام ، و بالتالى اختلاف طريقة تَعاطى التصميم و البناء لكل نظام على حِدا ، لنستنتج من هذا هل بالفعل سيتم تصميم النظام بمرونة أم لا مع اختلاف المشكلة التى يواجهها. و من هنا ما تم التوصل إليه من خلال تطبيقات طرق تصميم و بناء نظم القياس و التحكم الآلى ، هو كالآتى:

- عند معرفة أسس عمل أدوات بناء النظام بشكل دقيق ، هذا بِدوره سيُسهل التعامل مع تلك الأدوات بمختلف الأساليب و الطرق ، و يسهل تطويعها لما يتناسب مع ظروف النظام.
- وضوح الرؤيـة للمشكلة التى تواجه النظام و أبعادها يُسهل على المُصمم إيجاد الحلول المناسبة لتفادى تلك المشكلة ، و علاجها بأبسط الطرق المُتاحة لهذا النظام. مما يزيد من إبداع المُصمم فى التصميم ، و بالتالى يتم بناء النظام بكفاءة أكبر.
- معرفة جميع أنواع الـ Communication protocols بشكل عام ، و الإحاطة بطريقة عمل أغلبها بشكل خاص ، و ما هى مميزات و عيوب كلاً منها ، و ما هى درجة استفادة النظام من استخدامِها معه ، يُسهل على المُصمم الكثير من الوقت و الجهد الذى يبذله أثناء تصميم و بناء النظام نفسه.

٦- التوصيات:

- العمل على تطوير الطرق و الوسائل التى يتم من خلالها تصميم النظم ، ليصبح النظام أكثر مرونة فى البناء و أكثر تعاطِي مع المشكلات التى تواجهه فى عملية البناء نفسها و فى طريقة عمله.
- الاهتمام بزيادة دراسة الطريقة الثالثة لتصميم نظم القياس و التحكم الآلى التى تم التنويه عنها ، و ذلك لأهميتها البالغة فى جميع الأصعدة.

المراجع:

(1). Divya Purohit , Moumita Ghosh, "Challenges and Types of Home Automation Systems", International Journal of Computer Science and Mobile Computing (IJCSMC), Vol. 6, Issue. 4, April 2017, pg.369 – 375.

(2). V. Mazulina, O. Nuyya, E. Sergeeva and N. Vunder, "Digital control system of the recuperation device", 9th Int. Cong. Ultra ModernTelecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT), 6-8 Nov. 2017.

(3). Bogdan Stoyanov, Stefan Stefanov, Jordan Beyazov, Vlaiko Peichev, "Contemporary Methods and Devices for Automatic Measurement", BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES, PROBLEMS OF ENGINEERING CYBERNETICS AND ROBOTICS-57, 2006.

(4). Jim Waldo, " On System Design", Sun Microsystems Lab., Sun Microsystems, USA, 2006.

(5). Craig G. Rieger, David I. Gertman, Miles A. McQueen, " Resilient Control Systems: Next Generation Design Research ", Idaho National Laboratory, Idaho Falls, Idaho, USA, May 2009.

(6). Craig G. Rieger, Kris Villez, " Resilient Control System Execution Agent ", Idaho National Laboratory, Idaho Falls, Idaho, USA, Sept. 2012 IEEE.

(7). Wen-Chiao Lin, Kris R.E. Villez, Humberto E. Garcia, " Experimental validation of a resilient monitoring and control system ", Journal of Process Control, Volume 24, Issue 5, Pages 621-639, May 2014.

(8). YunCui, MyoungjinKim, YiGu, Jong-jinJung, and HankuLee, "Home Appliance Management System for Monitoring Digitized Devices
Using Cloud Computing Technology in Ubiquitous Sensor Network Environment", Hindawi Publishing Corporation International Journal of
Distributed Sensor Networks Volume 2014, Article ID 174097.

(9). GPIB System Concepts – 492P Programmer's.

(10). B. Glažar, M. Jankovec, M. Topič ,"Development of USB 2.0 Compliant GPIB Controller" , University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, Ljubljana, Slovenia, 2005