Automatic Control Project for 2022-2023

عنوان المشروع: تطبيق المعامل الإفتراضية فى تحليل منظومات التحكم الأوتوماتيكى
(دراسة حالة: التحكم فى نظم تكييف وتبريد الهواء)

المشرفان على المشروع: أ.م. محسن سيد سليمان + أ.د. أشرف سعد الدين صبرى

مقدمة:

تتضمن التطبيقات الحديثة للحاسب الآلى وتكنولوجيا المعلومات إستخدام برامج التحكم الإفتراضية **Automatic Control Virtual Labs** فى دراسة وتحليل وتصميم منظومات التحكم الأوتوماتيكى فى العديد من التطبيقات الصناعية والهندسية. وهذه البرامج تحاكى وتماثل تركيب وطريقة العمل والوظائف والشكل الخارجى..ألخ لمنظومات التحكم الآلى الحقيقية فى الكثيرمن التطبيقات العملية لهندسة القوى الميكانيكية (مثل المحطات الحرارية لتوليد الكهرباء أوتشغيل خطوط الأنابيب أونظم إطفاء الحريق أومحطات التبريد والتجميد أونظم تكييف وتبريدالهواء..ألخ). وتهدف هذه البرامج والمعامل الإفتراضية إلى تعريف المتدرب على أنواع وأشكال منظومات التحكم الأوتوماتيكى المختلفة، وعلى متطلبات عملية التحكم من حساسات وأجهزة متنوعة ووسائل مختلفة لنقل إشارات التحكم...ألخ. كما تقوم هذه المعامل الإفتراضية بمحاكاة طرق المدخلات والمخرجات **Inputs/Outputs** لمنظومات التحكم المعقدة من خلال توفيربيئة تعليمية مناسبة ومنضبطة ووسائط محاكاة فعالة تستفيد من كافة تقنيات الصوت والصورة والالوان والحركة..ألخ المتاحة للحاسب الآلى مع الإستفادة من تكنولوجيا المعلومات والإنترنت. ويضاف لما سبق أن بعض من هذه المعامل الإفتراضية تهدف إلى تدريب الطلاب على دراسة وتحليل عدة قوانين هامة تخص سريان الموائع وإنتقال الحرارة والكتلة ضمن تطبيق بعض الحسابات المطلوبة ضمن عمليات التحكم الحقيقية للوصول للنتائج والمخرجات المطلوبة من عملية التحكم مثل حساب الكفاءة الفعلية للتشغيل وإيجاد خريطة الإتزان الحرارى لمحطة توليد الكهرباء أوالوصول لظروف تشغيل محددة مسبقاً فى نظم التبريد والتكييف حسب الأحمال الحرارية المتواجدة فى المكان أوالحيز المطلوب تبريد وتكييف الهواء له.

أهداف المشروع:

أولاً- التعرف على مفهوم البرامج والمعامل الإفتراضية الخاصة بنظم التحكم والشروط والعناصرالأساسية المطلوب أن تتواجد فيها.
ثانياً- دراسة العناصرالأساسية فى مكونات دورات تبريد وتكييف الهواء وأجهزة ومعدات نظم التحكم الأوتوماتيكى المستخدمة فيها.
ثالثاً- تنفيذ دراسة حالة عملية لإستخدام تطبيقات المعامل الإفتراضية وتقنيات الحاسب الآلى وتكنولوجيا المعلومات لدراسة وتحليل مختلف منظومات التحكم الأوتوماتيكى ونظم الحماية والتشغيل المتعددة التى يتم تطبيقها فى تصميم وتشغيل عناصروأجزاء منظومات التحكم فى تبريد وتكييف الهواء التى تستخدم فى العديد من نظم القوى الميكانيكية. وتتضمن دراسة الحالة ما يلى:

- ✓ إستخدام برنامج معامل إفتراضية تفاعلى للتحكم الأوتوماتيكى فى تشغيل وإدارة كافة أجزاء محطة تكييف هواء مركزية لمبنى إدارى تعمل بنظام الهواء الكلى والخلط المسبق لنسب متنوعة من الهواء الراجع مع الهواء الخارجى لضمان تجديد التهوية للمكان المكيف. وتتضمن المحطة أربعة طلمبات لتشغيل أربعة خلايا لوظائف التسخين والتبريد وزيادة الرطوبة وإعادة التسخين للهواء.
- ✓ تحليل كافة نظم القياس والتحكم الأوتوماتيكى فى البرنامج لمعرفة وظائفها وتفاصيل عملها وماهية مخرجاتها.
- ✓ تحليل العمليات الديناميكا الحرارية وميكانيكا الموائع وإنتقال الحرارة المستخدمة فى كافة أجزاء المحطة (الموضحة فى البرنامج).
- ✓ التدريب على ممارسة ما يتم من تطبيق للقوانين المختلفة والحسابات المعقدة فى عمليات التحكم الفعلية لمحطات تكييف الهواء المركزية للوصول للنتائج المنتظرة من عملية التحكم.
- ✓ التأكد من فاعلية ومصداقية البرنامج وعمل معايرة علمية لمخرجاته من خلال التحقق من القوانين والحسابات الداخلية التى تتم فيه وإجراءعمليات مقارنة بينها وبين الحسابات التقليدية الموازية للوصول لنفس المخرجات والنتائج العملية مثل رسم وتوقيع كافة ظروف التشغيل **on-line**على خرائط السيكومترى لحالة الهواء عند كافة مراحل التكييف وكذلك عمل الإتزان الحرارى وتحديد القدرة وكفاءة المحطة عند ظروف التشغيل وكافة الاحمال المختلفة.

رابعاً- عمل تحليل ودراسة تفصيلية تطبيقية لعدة دراسات حالة (**case studies**) لمنظومات تحكم فى تكييف وتبريد الهواء ودراسة أجهزة التحكم العملية التى يتم إستخدامها فى هذه النظم. ويجب أن يشمل هذا التحليل بيان مزايا وعيوب كل من هذه الأجهزة أوالمنظومات التى يتم دراستها فى هذا الجزء من المشروع.

خامساً- تدريب الطلاب على مهارات الكتابة الفنية للتقاريرالهندسية وتقديم العروض الفنية وتشغيل برامج الحاسب المتخصصة فى نظم التحكم.

المطلوب: عدد لا يزيد عن 10 طلاب **بتقديرجيد على الأقل** مع مهارة وكفاءة عالية فى إستخدام برامج الحاسب الآلى والنت.

أ.م/ محسن سيد سليمان
مديرموقع ومعمل التحكم ACC ومسئول إدارة دبلوم التحكم الأتوماتيكى
مديروحدة ضمان الجودةسابقاً ومرشدأكاديمى د.ع فى قسم القوى الميكانيكية

Advanced Objective for the HVAC Project w.r.t. Automatic Control Theory

1- AHU of this project (fig.1) is mech. power system. It is a parameter, analog and transient automatic control system.

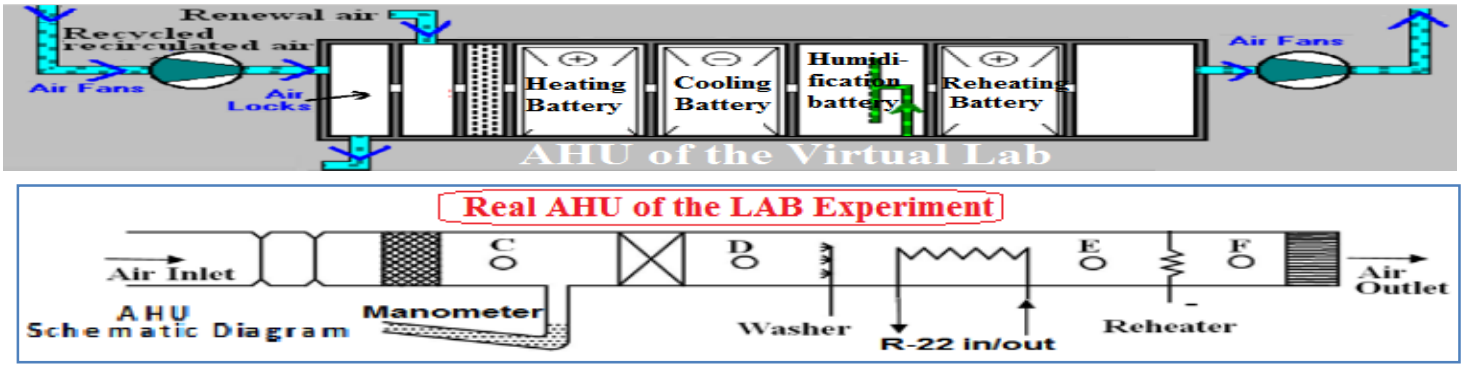
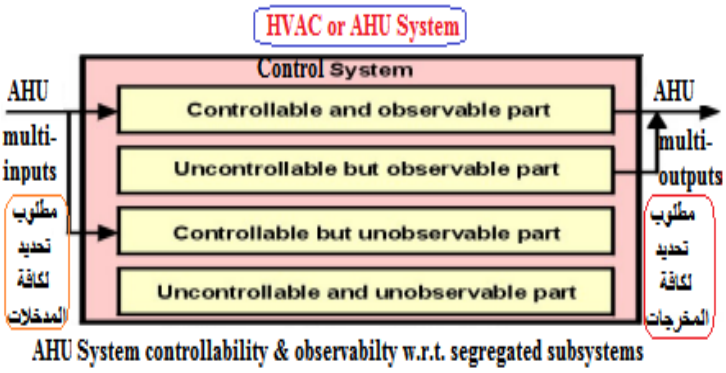


Figure 1 HVAC Control System

2- The AHU system has multi independent <u>input</u> control or process variables (see fig.2) such as:

a- DBT of fresh and recycle inlet air flow. b- Relative Humidity, Ø, of fresh and recycle inlet air flow.
c- Volumetric flow rate of fresh and recycle inlet air flow. d- Heating energy input from AHU battery.
e- Cooling energy input from AHU battery f- Water flow rate input from AHU for Humidification.
g- Inlet water temperature from AHU battery for Humidification.



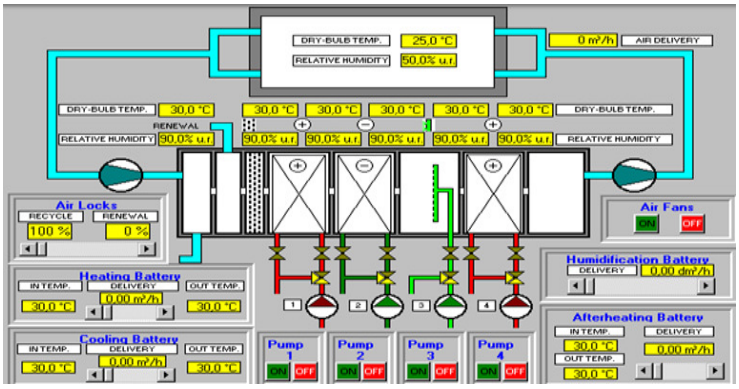


Figure 2 Investigation of Virtual Lab AHU Control System

3- The AHU system has also multi independent <u>output</u> control or process variables (see fig.2) such as:

a- DBT of the total AHU outlet air flow. b- Relative Humidity, Ø, of the total AHU outlet air flow.
c- Volumetric flow rate of the total AHU outlet air flow (not the same as total air inlet due to humidification).
d- Heat losses from the AHU to the outside atmosphere due to convection and radiation.

4- For the AHU as a feedback control system, we measure some main output control or process variables (fig.3):

a- DBT of the total AHU outlet air flow. b- Relative Humidity, Ø, of the total AHU outlet air flow.
c- Volumetric flow rate of the total AHU outlet air flow (not the same as total air inlet due to humidification).

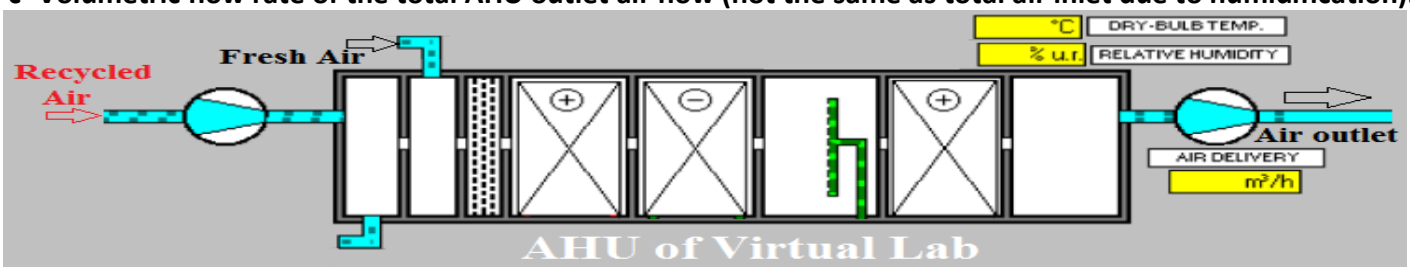


Figure 3

5- For AHU of the virtual Lab, we need to get a simplified "Closed Loop Block Diagram" such as fig.4 shown below.

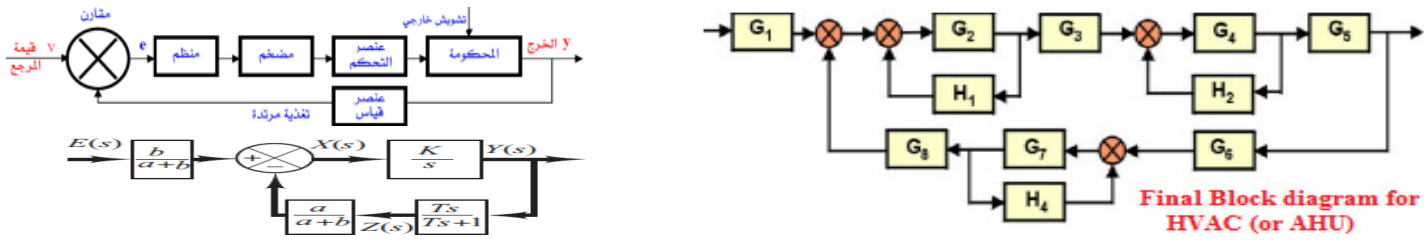


Figure 4 Typical Closed Loop Block Diagrams

6- We can use a PID Controller to control the AHU. We need to construct the PID Block diagram as shown on fig.5.

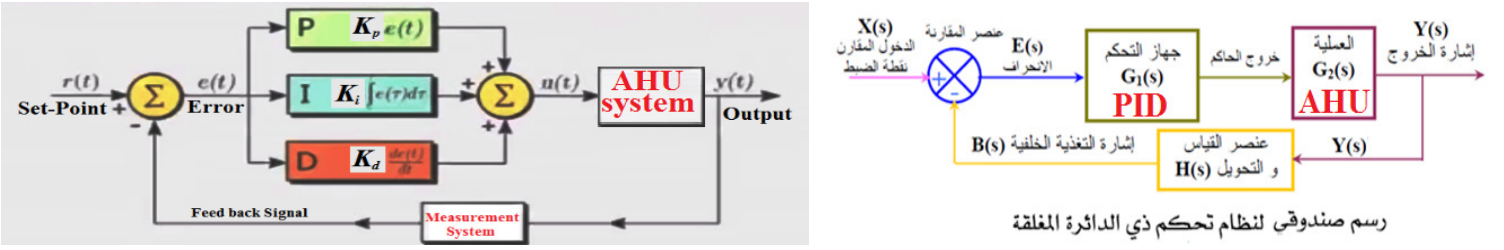


Figure 5 PID block diagram for the AHU

7- Apply Block Diagram reduction techniques to get "Transfer Function" of the AHU Control System (fig.6).

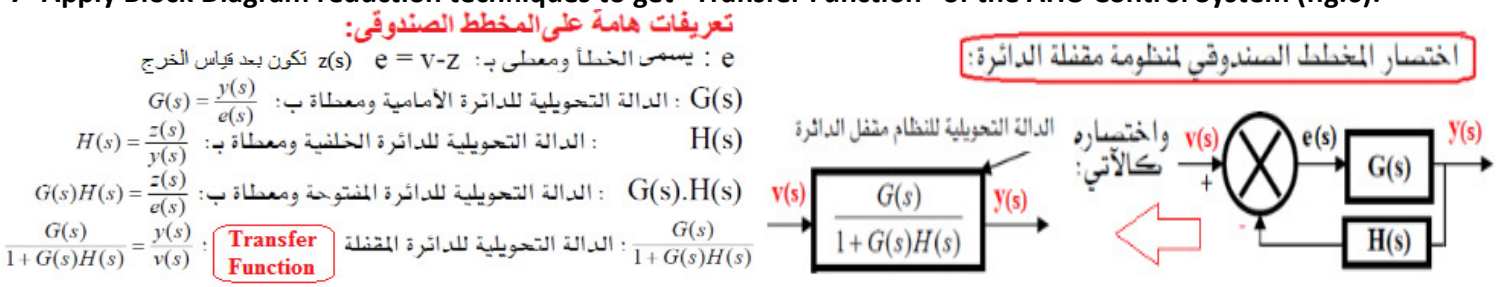


Figure 6 Reduction of Block Diagram of Closed Loop Feedback System

8- Get The AHU dynamic Time-response for different types of inputs (fig.7)

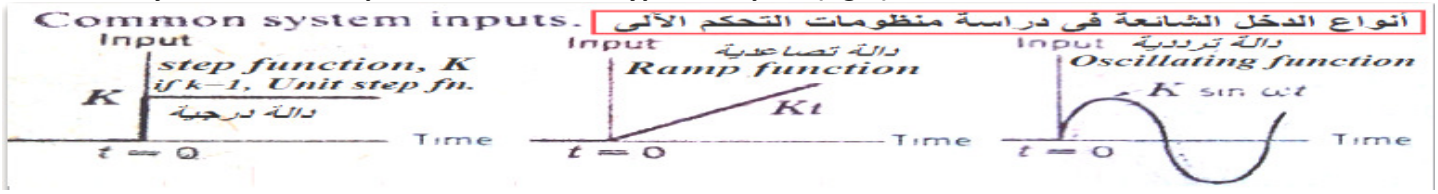


Figure 7 Common input signals to test dynamic response of automatic control systems

9- Assuming reduction of T.F. to 2nd order system, we get the AHU dynamic response (fig.8)

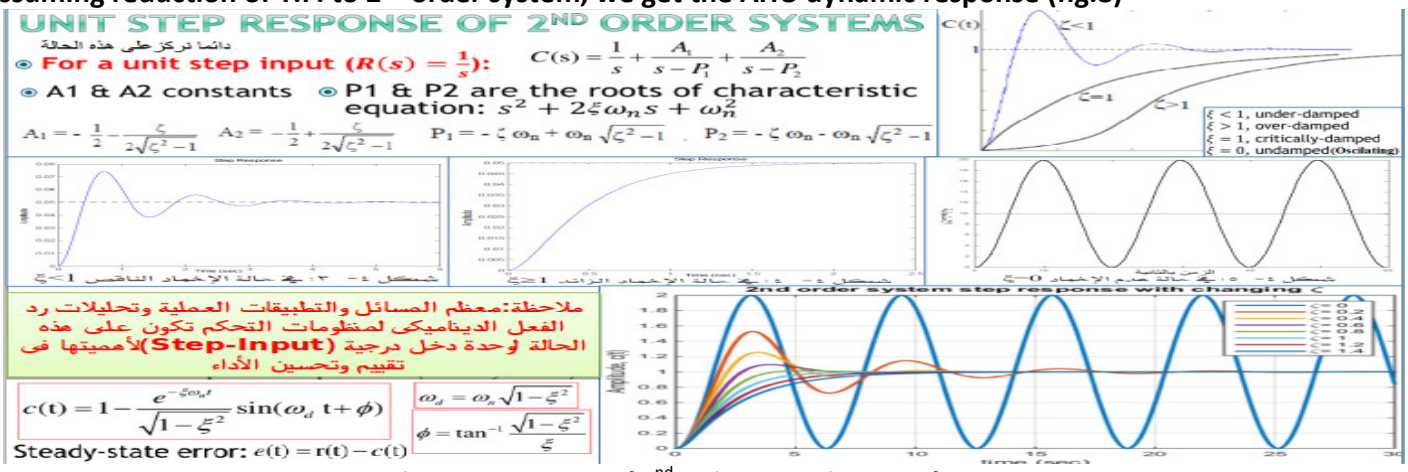


Figure 8 dynamic response of 2nd order control system for a Step Input

Some Typical Real AHU

Experimental AHU device