آلية عمل المبنى الصناعي
كنظام للمحافظة على الطاقة

الباحثون:

الدكتور بهجت رشاد شاهين
أستاذ مساعد
جامعة بغداد – كلية الهندسة
قسم الهندسة المعمارية

أمجد محمود عبد الله ألبدري
دكتوراه هندسة معمارية(مدرس)
جامعة بغداد – كلية الهندسة
قسم الهندسة المعمارية

Industrial building approach as an energy conservation system

ABSTRACT

Aiming at energy preservation and depending on the production of years of expertise and hard work of international research laboratories in the area of energy preservation and finding alternatives and undepleted energy sources in all aspects and various areas of the world, all these institutions asserted on following the Sustainable Design Method. It pursues the integrated building design method, which is one of the modern methods in the domain of energy preservation . This method focuses on the building's perfection from the very first stages of the design process, Through integration between the building components and mechanical services and supplementary systems in it and the impact exchange positively among them instead of being equipment used in a building that depends on the whole Building Approach , which has two key features , being circular and containing feedback concept , this makes it a frequent performing within the identification of the general conceptual framework.

Considering oil and other new sources as unreliable as continues energy sources and synchronically and interactionally with the products of knowledge developments and technical products aiming at diminishing energy consumption and producing the light and thermal environment comfortable for staff at the human environment generally and industrially environment specifically , the study directed its research problem toward clarifying and demonstrating substance and effectiveness the method of the integration industrial building on the internal human and mechanical environment, aiming at demonstrating its importance as a consistent work mechanism that participate in organizing and correcting courses of the internal productive environment , plus demonstrating effect of its performance in clarifying the sustainable design interacted with the external environment to preserve energy .

The aim is identifying the basic steps that role components of the integrated industrial building method to be a specific interactional method and a step context that explores work mechanism and the internal environment response to the

external one to turn it to a visually , biologically and productively comfortable work environment.

The research development on various studies and researches of many centers of the world , to be a base of the applied discussion of this study.

١.خلاصة البحث:

بقصد الحفاظ على الطاقة واعتماداً إلى ما تقدمت به وجالت بفيضه سنوات الخبرة والعمل المضني للمراكز والمختبرات البحثية العالمية في مجال الحفاظ على الطاقة وإيجاد البدائل لمصادر الطاقة غير الناضبة على كل الأصعدة وفي مختلف بقاع الأرض ، فقد أجزمت كل هذه المؤسسات على اعتماد منهج التصميم المستدام Sustainable Design الذي يعتمد أسلوب تصميم المبنى المتكامل والذي يعتبر من الأساليب الحديثة في مجال الحفاظ على الطاقة Energy .إذ يركز على مثالية المبنى منذ المراحل الأولى لعملية التصميم من خلال التكامل Integration بين عناصر أو مكونات المبنى (Building Components) والأنظمة الميكانيكية والخدمية والتكميلية الداخلة فيه والتأثير المتبادل بينهما بشكل ايجابي ، بدلاً من كونها معدات (Equipment) تستخدم في مبنى يعتمد على المنهج التكاملي (Whole Building Approach) ، الذي يمتاز بميزتين أساسيتين، في كونه حلقي وحاوٍ لمفهوم التغذية الاسترجاعية (Feedback)، مما يجعله تكراري الأداء ضمن تعريف الإطار ألمفاهيمي العام.

وعلى اعتبار أن النفط وبقية المصادر المستحثة لا يمكن أن يعول عليها كمصادر طاقة مستمرة . وتزامناً وتفاعلاً مع ما ينتج من تطورات معرفية وانتاجات تقنية تهدف إلى تقليل استهلاك الطاقة وإنتاج البيئة الضوئية والحرارية المريحة للعاملين في البيئة الإنسانية عموما والمصنعية خصوصا، فقد توجهت الدراسة بمشكلتها البحثية نحو توضيح وإظهار ماهية وفاعلية منهج المبنى الصناعي المتكامل على البيئة الإنسانية والميكانيكية الداخلية ،بهدف إبراز أهميته كآلية عمل تفاعلية تسهم في تنظيم سير وتصحيح مسارات عمل البيئة الإنتاجية الداخلية، مع إظهار اثر ادائيتها في توضيح فكرة التصميم المستدام المتفاعل مع البيئة الخارجية حفظا للطاقة. هادفاً بهذا نحو تحديد الخطوات الأساسية التي تحكم مكونة منهج المبنى الصناعي المتكامل، ليغدو أسلوبا تفاعليا محددا بخطوات يوضح آلية عمل واستجابة البيئة الداخلية إلى الخارجية، ليحيلها إلى بيئة عمل مريحة بصريا وبيولوجيا وإنتاجيا.

وقد اعتمد البحث في هذا على دراسات وبحوث متنوعة لمراكز متعددة في العالم لتكون أساسا في الطرح التطبيقي من هذه الدراسة.

٢. كلمات رئيسية:

الأتمتة ، حفظ الطاقة ، التصميم المستدام ، الايكولوجي ، نظام سريان المعلومات ، منهج المبنى الصناعي المتكامل، المماثلة الحية.

٣.المقدمة:

يقصد بالتكامل "Integration" "التشكيل الكلي أو التوحد مع شيء أخر للوصول إلى الكل" او يعرف التكامل بالتشكيل (To form) او المزج (To Blend) في الكل ، لمكونات فردية وجماعية مما يعطي الوحدة (Unity) . وتكون عملية التكامل هي الفعل (Act) او العملية (Process) في إيجاد هذه الوحدة ، وضمن أنظمة المبنى يكون مفهوم التكامل هو الفعل في خلق وظيفة المبنى الكلية الحاوية على أنظمة المبنى بكل متنوع ، ضامة لأنظمة الطاقة فيه من نظم (HAVC) ، ونظم الإنارة والتهوية ، ومع عناصر المبنى ، لتجهيزها بالطاقة اللازمة بالشكل الذي يعطي أدائية عالية للمبنى . (البعلبكي- ،١٩٨٠ص٤٧٢)، (Websters,1973 ,p600)،(Rush,1986,p4).

وهنا يعتمد منهج المبنى المتكامل على تحليل ادائية المبنى لكل ساعة ، باستخدامه موديل او نموذج افتراضي للمواقع في برنامج حاسوبي ، يزود التصاميم الاولية بمقدار الطاقة المخمنة، وليتم اجراء التعديلات التصميمية عليها باسلوب التغذية الاسترجاعية (Feedback) خلال عملية التصميم الاولية وصولاً للتصاميم النهائية النموذجية بدلاً من معرفة الطاقة المخمنة وكلفها في المراحل المتاخرة من التصميم، او لربما عند اكتماله ، هذا الاسلوب يساعد على تزويد المصممين بالمعلومات الدقيقة والمفيدة وتقودهم الى اتخاذ القرارات التصميمية الصحيحة والنموذجية، (عبيدات، ١٩٨٤،ص٨٩-١١٧) ، (BTS,2000,pp.1-4) ، (Snyder, 1979,pp.151-163)،(NREL, 2000 ,p.383).

لذا فان العملية التصميمية ضمن فكرة المبنى الصناعي المتكامل، تتصف بخصائص عامة ، اول ما يميزها به هو كونها حلقية، مع احتواءها على مفهوم التغذية الارجاعية (FeedBack) والذي يكمن في كونه سر حياة هذه العمليات ، اذ ان بعض المعلومات الجديدة قد تدفع المصمم الى اعادة النظر في المعلومات المتوفرة عنده كلما تطور التصميم ، مما يجعل العملية التصميمية عملية مكررة ، فالمصمم يمر خلالها بعدة مراحل في كل مرة يدخل عدد من المتغيرات في التصميم حتى يصبح التكوين اكثر نضجاً ، وان تكرار العملية لعدة مرات سيعمل على تحقق التصميم المطلوب. وثاني خصيصة لهذه الفكرة ، هي في كونها مقادة بمجموعة من المفاهيم والستراتيجيات التي تخط شكل العلاقات المتفاعلة وضمن اطار مفهوم التغذية الاسترجاعية ما بين المتغيرات المناخية والعوامل المؤثرة على انتاج شكل وقشرة المبنى، وما بين ادائية هذه القشرة وتقنياتها الضوئية ذات الاداء المتكامل لتجسيد فكرة المبنى الصناعي الكامل واهدافه في حفظ الطاقة والبيئة الداخلية المريحة للعامل.

٤. المشكلة البحثية والهدف:

وفقا لاعتبار تامين البيئة الداخلية المريحة للعمال داخل المصنع ، مع اعتبار تامين اعلى ادائية لعملهم والمكائن، وباقل قيم مصروفة من الطاقة لتامين مبدا خلق بيئة داخلية فعالة مؤتمتة مستجيبة اقتصادية، فقد حددت مشكلتي البحث كمايلي:

- مشكلة البحث العامة، التي انطوت تحت اظهار ماهية وفاعلية منهج المبنى الصناعي المتكامل على البيئة الانسانية والميكانيكية الداخلية ،بهدف ابراز اهميته كالية عمل تفاعلية تسهم في تنظيم سير وتصحيح مسارات عمل البيئة الانتاجية الداخلية، مع اظهار اثر ادائيتها في توضيح فكرة التصميم المستدام المتفاعل مع البيئة الخارجية حفظا للطاقة.
- اما مشكلة البحث الخاصة ، فقد اكدت اهمية اظهار سياق والية عمل وخطوات التشكيل والتداخل لمنهج المبنى المتكامل بصفته سياقا خطواتيا واسلوبا تفاعليا يحكم الية الحركة والتفاعل لعصب حياة المعمل المكائني الداخلي ليجعل منه كيانا مؤتمتا مستجيبا للنشاطات بصفة ذاتية.

وعليه يكمن هدف البحث – في تحديد الخطوات الواضحة التي تحكم مكونه منهج المبنى الصناعي بصفته برنامج عمل مغلق الدورة تحدد خطواته وعناصره مكونة الدورة الاسترجاعية Feedback ، لتجعل منه اسلوبا تفاعليا وسياقا خطواتيا يسير الية عمل واستجابة البيئة المكائنية والانسانية داخل بيئة الفضاء المصنعي ، ليحيلها الى بيئة عمل مريحة بصريا وبايولوجيا ، ليغدو هذا المنهج كلا متكاملا يحكم ويؤطر النظام الادنى ويحكمه ويؤطره كل اكبر ضمن منظومة اكبر يحكمها ويؤطرها النظام الاكبر الى ان تصل الى البيئة الام.

٥. منهج المبنى المتكامل:

ان عملية التحقق من مدى مصداقية هذا المنهج يتم من خلال مايسمى الحوافز المالية (Financial incentives) ، باستخدام مشروع حفظ الطاقة السنوي (Annualized energy saving project) للمباني الجديدة باعتماد اداة التحليل لصرف الطاقة ولترفع كمستوى لزيادة الكفاءة المخمنة ، والتي تستعمل على تخفيض كلف المشروع التقليدي المشابه بنسبة تتراوح مابين (٥٠-٨٥%) ، وذلك بتوظيفها للوسائل والتقنيات والاساليب الحديثة لقشرة وخدمات المبنى، بالاضافة الى اختيار الاجهزة والادوات والمكائن المتطورة الكفوءة التي جميعاً تمتاز بانها ذات استهلاك قليل للطاقة .

لذا فان اسلوب او منهج المبنى الكامل(Whole building approach) سيكون خادماً لكل من عمليتي التصميم والانشاء ، وذلك من خلال إتسامه بما يأتي (BTS, 2000,p212)، (NREL,1994.p362):-

١- استخدام الطاقة بكفاءة عالية تظمن تقليل استهلاكها .
٢- تحقيق الراحة الحرارية للفضاء الداخلي للمبنى باستعمال المعدات والاجهزة الميكانيكية الملائمة وتحسين الاجواء الداخلية صحياً وحرارياً ووظيفياً وصوتياً وبصرياً . مما يعطي تصور التصميم المثالي المريح بصرياً وبايولوجياً .
٣- توظيف واستخدام فوائد وتقنيات الضوء الطبيعي (Daylighting) بتكامل مع منظومة الاضاءة الصناعية .
٤- توظيف طاقة الاشعاع الشمسي الذاتية (Passive solar energy) ليعمل على تقليل كلف الطاقة العامة للمبنى بدون اضافة اي كلف اضافية فوق الكلف الرئيسية للمبنى .
٥- يمتلك هذا المنهج اهمية كبيرة في توظيف الوقت والجهد وتشغيل الاجهزة بشكل كفوء وبدون اضرار مع امكانية وسهولة الصيانة والسيطرة المؤتمتة المبرمجة.
٦- اضافة الى ما تقدم يعطي تكاملية تامة مابين التصميم والانظمة والفعاليات العملية ، مع اعطاءه انفتاحاً وكشفاً عن مكامن استخدام مصادر الطاقات المتجددة (Renewable energy sources). (SBIC,2001,p201). (NREL,1994.p373)، (Broadbent,1988,p71) ، (Littlefair,1997,p19).

٦- <u>توازن منهج المبنى المتكامل:-</u>

ان نطاق مفهوم الطاقة الذي يقصد التقليل من استهلاكه، هو تلك الطاقة المستهلكة كناتج نهائي ضمن حقل العمارة Architecture Field لتشغيل وادامة مستلزمات الراحة البصرية والبايولوجية في البيئة الداخلية، وان الحفاظ على الطاقة في المبنى يعبر عن التقليل في استهلاك المتجدد وغير المتجدد منها. حيث يقاس مفهوم المحافظة على الطاقة نسبة الى الحالة المثالية للاستهلاك المتضمن اقل مقدار لافضل الظروف والذي يكون لاسلوب تصميم المبنى مع البيئة المحيطة دور اساسي فيه لتقليل احمال المبنى من الطاقة الذي قد يحتاج صرفاً اضافياً منها للوصول الى حالة التوازن (لتوفير الاضاءة وتقليل الاحمال الحرارية – من تقليل الاكتساب الحراري الصيفي والفقدان الحراري الشتوي). وان الحفاظ يؤكد على التقليل الاكبر من استخدام الوسائل الميكانيكية العملاقة للحصول على متطلبات البيئة الداخلية للابنية الصناعية خاصة اذا علمنا ان كل وحدة من وحدات الطاقة الكهربائية يحتاج انتاجها صرف ثلاث وحدات من الطاقة الحرارية . وهنا ينصب دور المصمم والتصميم في الموازنة وتحسين العلاقة بين الاداء الحراري والمردود الاقتصادي (على المدى البعيد) ليصب في جدوى حفاظ الطاقة ، فهي عملية مستمرة على طول عمر المبنى والتي تعرف بـ(تحليل الكلفة لعمر المبنى) (life cycle costing analysis) وفقاً لتحقيق مبدأ شكل المبنى الصناعي المتوازن . (Julier, 2000,p12). حيث ان اتباع منهج التصميم المستدام Sustainable Design ، والسيطرة

المناخية على ادخال الضوء ودرء الاجهادات الحرارية للبيئة الخارجية ، سيكون هو المقيل في الوصول الى متطلبات الراحة الداخلية بصرياً وحرارياً . وهذا المنهج عادةً ما يكون متنوع الحلول فتارةً ياتي بشكل حلولٍ وقائية منذ بداية العملية التصميمية (شاملاً الموقع وكتلة البناء)، واخرى يكون بهيئة جرعات علاجية عند المراحل الحرجة من العملية التصميمية او حتى التنفيذية والتي عادة ما تتم بالتوظيف المقحم للوسائل الميكانيكية (Broadbent, 1988,p76)، (Mc Cluney, 1991,p108) .

وكثيراً ما كان الحلان يعملان معاً ، اذ انه ومن وجهة نظر العملية التكاملية، فان كلا الحلين يعتمد احدهما على الاخر ولا يمكن الفصل بينهما ، لهذا كرست جهود حثيثة لتصميم مباني ذات كفاءة طاقة مرشدة وبتوظيف الافكار التفصيلية والتخطيطية المطورة جامعةً العوامل السرمدية والعامة (كضوء الشمس وحركة الهواء والشكل باستجابة مناخية) ، وبهذا اصبح تقليلها حاجة اجتماعية وتقدم حضاري يحتم على المعمار ان يطور ويوظف حسه البيئي (ايكولوجي) لتحقيق اهداف التصميم المستدام في المحافظة على الطاقة وتوفير بيئة داخلية مريحة بصرياً وبايولوجياً . وان المحافظة على الطاقة سيعتمد على تحسين كفاءة الاجهزة والمكائن والمعدات الموظفة في المعمل وعلى تقليل الطاقة المصروفة لتشغيل وادامة هذه المعدات والاجهزة اضافة الى اجهزة ومعدات المبنى الخدمية اعتماداً على الخصائص التصميمية للمبنى وحجمه وفعاليته . (AIA ,1989,p310).

٧- <u>حفظ الطاقة بمنهج المبنى المتكامل:</u>

ولتقليل الطاقة فقد وضعت برامج عديدة من قبل مراكز بحثية متعددة في العالم:-

أ- التعامل مع الطاقة الحرة بتصميم مستدام يستغل طاقة الاشعاع الشمسي وذلك بالتوقيع الملائم والتوجيه والحجم الداخلي وشكل المبنى والتفاصيل الاخرى المدروسة ، وانتاج مشاريع وليدة الطاقة ، كحال الكثير من المشاريع الصناعية وغير الصناعية التي كانت نتائجها ان خفضت من كلف الاضاءة الصناعية الى (٧٥%) كونها تدخل الضوء الطبيعي المستثمر بتقنيات الغلاف الخارجي والتي عمدت الى ادخاله بصيغته الباردة Cool Light ، ولتخفض من كلف التبريد الى (٥٥%)، وقد كانت هذه النتائج لاختبارات اجريت في مناطق حارة مشمسة كالمملكة العربية السعودية والهند، لذا يجب على المباني ان تتعامل مع طاقة الاشعاع الشمسي بصيغ وتقنيات ذاتية وبمناهج متطورة،(Broadbent, 1988,p76).

ب- حفظ الطاقة يجب ان ينسجم مع متطلبات الانسان وسلوكه الشخصي الارادي واللاارادي الذي يعتمد التصميم المستدام كمعطى شكلي للعمارة، على ان يكون تقليل الطاقة لايعني ابداً تقليل الراحة .

ج- استغلال افكار وستراتيجيات الطاقة(بادخال الضوء الطبيعي والتظليل مع الكتلة الحرارية الخازنة) والمتداخلة مع نظم السيطرة على الطاقة وعلى الخواص المؤثرة على ادائية الطاقة للعناصر "الامتصاصية والانعكاسية" ونقل الطاقة والتشعع .

د- توفير موازنة طاقوية باختيار مواد الانشاء بمواصفات عالية في العزل الحراري المستخدم في انشاء الجدران والسقوف والتقنيات والزجاج المستخدم في النوافذ لتحسين نوعية الاضاءة من خلال تكامله مع الاضاءة الاصطناعية وتقليل نفاذية الاشعاع الشمسي، لتعمل كل من عناصر الانشاء الانفتاحية والصلدة بتكامل لتحقيق هذه الموازنة.

هـ- اعتماد غلاف المبنى (قشرته الهيكلية المغلفة الخارجية) كمنظومة بيئية متكاملة تؤمن الانفصال عن والاتصال مع البيئة الخارجية الطبيعية،ليعمل بصيغة جلد الكائن الحي في توفير وتامين البيئة الداخلية المريحة.(Girardet, 1998,p50)، (Lampert, 1999,p148)، (Julier, 2000,pp64-65).

ان مؤشر نجاح منهج التصميم الكلي المتكامل للمبنى الصناعي، هو ادراك ان كل انظمة المبنى تتصل وتتكامل بعلاقات مشتركة مترابطة ذات اعتماد متبادل ايجابي. ومن خلال التحليل النظامي لهذه المنظومات المتكاملة يمكن الحصول على كفاءة ادائية عالية للمبنى مع تقليل للكلف الاولية والتشغيلية المؤثرة فيه .(Lampert, 1999,p149)،(AIA,1989,p151).

٨- المبنى الصناعي كنظام للمحافظة على الطاقة:

لقد تناولت كثير من الدراسات موضوع المبنى كنظام يحافظ على الطاقة اذا ما تكيف مع الظروف الخارجية من خلال ادامته لنفسه كونه مجموعة مترابطة متداخلة من المنظومات المادية تنظم لغرض معين ، تعمل عندما تكون نتائجها مطابقة او مماثلة للاهداف او المقاصد ، وتكون مبنية على متطلبات معينة وضعت لاجلها . وان هذه المنظومات المادية هي التي تؤلف الاجزاء الرئيسية للمبنى (الغلاف الخارجي والهيكل الانشائي والفضاءات الداخلية والمكونات التكميلية التي تشمل وسائل وتقنيات الاضاءة والتكييف) . وهذا يعني ان لكل مجموعة من العناصر لها ميزة التفاعلية لزمان ومكان معينين ، والتي تهيكل نظامها وتمنحها سمات تميزها عن غيرها ، وتضم العلاقات الاتصالية والانفصالية مع بيئتها المحيطة . وبالتالي ستتصف طبيعة هذه النظم بصفتين ، هما صفة التنظيم وصفة العلاقات والتفاعل بين العناصر ، اللتان ستعطيان النظام مميزات تجعله من الممكن ان يستخدم في حل المشاكل بنفسه عن طريق منظومته الذكية المتكاملة، مما سيجعل الهيكل العام للنظم يتضمن مفهوماً اساسياً يعمل على الدوام على تدقيق النتائج مع الاهداف وهو التغذية الاسترجاعية (Feed Back) والتي هي اساس الربط بين مشابهة الكائنات الحية وعلاقتها بالبيئة (ايكولوجياً) مع مكائن الاحتراق الداخلي وكذلك الاساس في عمل نظرية التحكم الذاتي (Cybernetic theory) ونظرية النظم العامة "General system theory".(الضامن – ١٩٧٩-ص٢٨٢)،(Rush ,1996,p18)، (Handler, 1990,p22) .

١,٨- المماثلة الحية للمبنى الصناعي كنظام للمحافظة على الطاقة:

عند توظيف افكار "نظرية التحكم الذاتي" ، "نظرية النظم العامة"●، تصبح عملية المماثلة (Analogy) بين عمل الكائنات الحية والبنى يمكن ان تكون صحيحة ، فالمبنى بامكانه ان يمتلك صفة التنظيم كنظام مفتوح يديم استمراره من خلال التغذية الاسترجاعية المستمدة من متغيرات البيئة المحيطة عند تنظيم مفرداته ، والتي تكون ديناميكية ومتغيرة الاتجاهات تعمل على تزويد النظام بالطاقة وتعمل مع البيئة التي تحيط به بموجب نظام الموازنة الديناميكية

● ان نظرية التحكم الذاتي ارتبطت بمفهوم الهوميوستاتيك(الاتزان البدني لعناصر الكائن الحي)(Homeostatic) حيث اوضح كانون "Canon" عام ١٩٣٩ ، الكيفية التي يتم بها بقاء درجة حرارة الجسم ثابتة واطلق عليها ما اسماه الهوميوستاتيك والتي لاتعني الجمود او بقاء الشيء راكد . اذ انها تعني الحالة التي يمكن ان تتغير ولكنها ثابتة نسبياً . ان الميكانيكية الهوميوستاتيكية للجسم تتطلب عدداً من المكونات المتصلة لكي تعمل مع بعضها بطريقة معينة معتمدة على ثلاثية وجود (عضو الاستقبال "مركز السيطرة" (الدماغ) المتحسس والفعل المناسب) و(التاكد من اتمام العمل بواسطة التغذية الاسترجاعية)، واصل كلمة (Cybernetic) هي من اصل يوناني (Kybernetes) والتي تعني "المتحكم" وقد استعملها مفهومها واط في ماكنته البخارية ليتمكن من التحكم بها ، لكن ما كان اكثر دقة هو ما توصل اليه " فينر " باطلاقه دورة التغذية الاسترجاعية والتي تعتبر الاساس في عمل ميكانيكية التحكم الذاتي والميكانيكية الهوميوستاتيكية للجسم المشتركة مع بعضها ، حيث يتم التحكم بها من خلال فكرة دورة التغذية الاسترجاعية (Feedback loop) ، ففكرة البحث عن الهدف في الميكانيكية الهوميوستاتيكية تختلف عن ترتيب عمل النظام لدى "واط" فماكنة "واط" لاتحاول السيطرة على البيئة المحيطة بها ، اما فينر فمحاولته بالسيطرة على الهدف المتحرك هي حالة اعلى مستوى ، اما نظرية "النظم العامة" (General system theory) فتعنى بالعلاقة والمشابهة بين فكرة النظم الحية ونظم المكائن "التحكم الذاتي" والعلاقة بين هذه النظم والبيئة ، فالكائنات الحية هي نظم مفتوحة تقيم علاقات تبادلية مع البيئة عكس المكائن فهي مغلقة امام البيئة . وقد وصف (برتا لانفي) (Bertalenffy) واضع نظرية النظم العامة ، بان النظم المغلقة لاتدخل او تخرج منها مواد وتكون "مفتوحة" عندما يكون لها خروج ودخول ، ولهذا تتغير مكوناتها فالنظم الحية تحمل هذه الصفة الاخيرة وتديم نفسها من خلال التبادل بالمواد مع البيئة وبحالة مستمرة تبني وتهدم مكوناتها بصورة تفاعلية. (Montgomery, 1998,p20)،(سابرينا- ١٩٧٦ ص١٧٦-١٧٧) .

بينهما (Dynamic Equilibrium)، والتي يكون فيها غلاف المبنى النفعي اساس الانفصال والاتصال (Handler, 1990,p25) .

وهنا نستطيع اعتبار المبنى نظاماً يمتلك الصفات التي تمكنه من ادامة عملياته بفاعلية اذا تم اعتباره تكويناً مادياً حياً قادراً على ان ينطلق الى جميع اجزائه ويتفاعل معها ومع البيئة التي تحيط به عبر مكونات غلافه ، وهو اهم ما يميز النظم الحية ، حيث ان حيوية المبنى وقشرته هو ان يقترب من حيوية الكائن الحي (بجلده) في ادائه ، طالما كان التكامل لاعضاء الكائن الحي الداخلية والخارجية اساساً في الاتصال والانفصال ، حيث ان خصوصية المبنى التي اوجدت باحتياجات وظيفة العمل ومتطلباتها ستكون متكاملة رغم عدم اعتبار تلك الخصوصية مؤهلة للتعبير عن انظمة خاصة ، على اعتبار ان هذه الخصوصية متكاملة بالتعريف عن الظروف الخارجية بردود افعال الغلاف وعن الظروف الداخلية بتفاعل انظمة الغلاف والبيئة الداخلية (اعتماداً الى الوظيفة والزمان والمكان والشاغلين)، لكنها دائمة التغير والتفاعل لتضفي صفة الديمومة المستدامة . وبهذا يمكن اعتبار المباني الموظفة لفكرة المبنى الصناعي المتكامل بقشرته الفعالة، مبان ذات تكامل دائم التغير لعدم استقرار- وسكون مفاصل- تلك المباني ليعطيها صفة التواصل الزمني والمكاني (وهو مقياس الاستدامة) .

ان مدى ارتباط النظام (المبنى) بالمحيط الخارجي يمكن من خلال مقياس الانتروبي (الذي هو الطاقة الفائضة غير المستفاد منها في نظام الثرموداينامكي المغلق)(Closed thermodynamic system) ، اذ ان الكائنات الحية تقتات على "الانتروبي" السالب وان النظام الحي يديم نفسه بحالة توازن من خلال استيراد المواد الغنية بالطاقة عكس النظم المغلقة ، لتعمل ردود افعالها الداخلية على زيادة "الانتروبي"، مما يعطيها التوازن لحصول تحولات واضحة محددة مابين مصادر الحرارة والعمل المؤدى. وحيث ان الطاقة عند تحويلها من شكل لاخر لاتتحول جميعها الى شكل اخر للطاقة، فان بعضها سيبقى بشكل لايمكن الاستفادة منه هو (الانتروبيا)، مع ان شيئاً لايفقد منها لانها تبقى ثابتة داخل النظام . وهذا ما يجعل النظام الكوني يميل للحفاظ على الطاقة من خلال محاولة بذل اقل طاقة لكل فعالية او عمل مطلوب، الامر الذي ينطبق على الكائن الحي والمادة غير الحية ، فالماكنة لاتعمل بكفاءة مثالية (١٠٠%) مهما بلغت من الجودة والدقة في الصنع. وعلى هذا الاساس فان هذا يستلزم من نظام المبنى ان يبقى محافظاً على الطاقة لتوفير بيئة داخلية مريحة وثابتة نسبياً، يبذل فيها الانسان اقل طاقة او مجهود لادامة مفهوم الراحة البصرية والبايولوجية الداخلية اللتان ستنعكسان بالتالي عليه لتوفير مضاعف لمفهوم الحفاظ على الطاقة بشكل ديالكتيكي.(Lampert,1999,p301)، (Johnson, 1991,p542)،(سابرينا- ١٩٧٦ ص٢٦٩).

٢,٨- <u>الاتمتة المسيطرة للمبنى الصناعي كنظام للمحافظة على الطاقة:</u>

وبموجب نظرية التحكم الذاتي ونظرية النظم العامة فان عملية المماثلة الحية اظهرت سياسات الاتمتة والسيطرة في المعامل الصناعية وميكانيكياتها ، تحكم كلتا العمليتين التصنيعية والبيئية المجهزة بواسطة التقنيات والوسائل التي تنفذ الاوامر الصادرة من النظام العام . وخلال السنين المنصرمة ، فان الاتمتة Automation لهذين الحقلين المختصين بالسيطرة قد طورت الى تطبيقات عمل وقواعد تكنولوجية مستقلة منفصلة موجهة لحقل الصناعة على وجه الخصوص، اذ ان هنالك اسباباً اكراهية وموجبات الزامية اقتصادية لتداخل وتكامل السيطرات التصنيعية والبيئية ونظمها التقنية من اجل بلوغ اهداف حفظ الطاقة واعطاء بيئة داخلية مسيطر عليها مفعمة بالحياة والنشاط .

وقد أوجدت هذه القواعد التكنلوجية التطبيقية في مجال الاتمتة والسيطرة على البيئة الصناعية ان هنالك ثلاث ابعاد من تداخل النظام (سريان المعلومات)، هي:-

البعد الافقي – بين المعلومات ذات التداخل للسيطرات البيئية وتداخل سيطرات الانتاج الداخلية (تصميم تفاصيل الغلاف الخارجي ، تصميم منظومة الكهرباء الداخلية) .
البعد العمودي – بين المعلومات الاجرائية Transactional ونظم السيطرة التنظيمية بين الوظائف الصناعية (التشغيل للمكائن) .
البعد المحوري – طولياً على امتداد عامل الوقت ، لتنظيم وعي الانسان من خلال تنسيق عمل تقنيات الغلاف الخارجي مع البيئة الداخلية والخارجية .

ان كل ابعاد التداخل هي مهمة لتحسين وتحفيز نوعية الانتاج واظهار الاهتمام بعامل الاقتصاد وحفظ الطاقة.(شكل ١)،(Alarcon,1992,pp12-14)،(Blair, 1983,p83).

ان نظم السيطرات البيئية المقصودة عند البعد الافقي تضم كل مايخص خدمات المبنى الصناعي التحتية (كتقنيات السيطرة على عوامل المناخ والاضاءة والامان والطاقة). وقد اوصت منظمة (ASHRAE) الامريكية بان ادائية الانسان داخل المعمل ترتبط بصورة مباشرة بمديات خاصة محدودة (مريحة) من درجات الحرارة والرطوبة والضغط والاضاءة ونوعية الهواء وكذلك العوامل النفسية مما يتعلق منها خصوصاً بالارتباط مع المناظر الخارجية (وكل حالة بحالتها) ، وهي من عوامل تحديد امان العمال وصحتهم والابقاء على حيويتهم وتحفيزهم لزيادة الانتاج ، حيث يجب ان تلعب خصوصية البيئة الداخلية وفي مختلف حقول الصناعة دوراً مهماً في قابلية التطبيق والنجاح للجوانب الانسانية والتشغيلية المتعلقة بالمنتج والانتاج والامان والاقتصاد والصيانة واستهلاك الطاقة وتقليل الكلف. (BRT, 1999,p52)، (Fergusson, 1993,p93).

ان نظم السيطرة وعلى مختلف الاصعدة التقنية والتنظمية في المعامل لها سلسلة معقدة جداً ومستويات مختلفة في السيطرة واعطاءها للاوامر بنمطية تصاعدية Hierarchy للسيطرة على نظم التفاعل والاستجابة المناخية والانتاجية . وبموجب النظرة العالمية الجديدة والتطور الفني الذي تفرضه نظريتي النظم العامة والسايبرناتك (Cybernetic & General system theories) ، فان نظم مباني المعامل على اختلاف حجومها وانواعها ، تسكن نظم الاتمتة المتسلسلة بصورة تصاعدية Hierarchy بستة مستويات (6 levels) متهيكلة، تعرف مستويات الاتمتة الابتدائية والتي تتعقد وتكبر اكثر فاكثر كلما زاد التفصيل وارتفع مستوى التواصل مع الامر الاعلى (النظام المصدر الامر).(شكل ٢)،(Fergusson, 1997, P8)، (Blair, 1983,p55).

بموجب قوانين السايبرناتك فان نظم الاتمتة في المعامل تتركز اهميتها بالسيطرة والتحكم على تقنيات الغلاف والسيطرة على البيئة الداخلية والانتاجية مع السيطرة على حركة العمال والمكائن ، وهذه النظم تحكم من قبل مجموعة من بديهيات ومبادئ النظام والتي هي:-

بديهية ١- النظم على مختلف المستويات تحكم من قبل النظام الاعلى مرتبة .
بديهية ٢- ان النظام الاعلى يحكم من النظام الاعلى منه عند الانتقال بالمستوى الى مستوى اعلى منه .
بديهية ٣- التداخل لنظم السيطرة والاتمتة والخدمات قد يحدث افقياً و/او عمودياً و/او محورياً (زمنياً) او بمجموعها.
بديهية ٤- السيطرات المتداخل تعتمد على الاتصالات المتراكبة القوية مع بروتوكولات معرفة بصورة جيدة (مبرمجة) بين وعلى طول خط العناصر والتقنيات لمستوى معين وكذلك العناصر والتقنيات للمستويات المجاورة بنفس المستوى .
بديهية ٥- ان النظام المطبق (الثابت بصورة ديناميكية) يجب ان يكون مرناً وقابل للتبني adaptation ، لان البيئة التي تشغله متغيرة باستمرار .

بديهية ٦- ان النظام المطبق يجب ان يكون ذا تغذية مرجعية مرتدة على نفسه Reflexive معرفة حالاته وسلوكياته في سبل توفير امكانية التشخيص diagnosis للحالات الطارئة والصيانة المتوقعة مع التصليح الذاتي واعادة تنظيم تقنيات ووسائل السيطرة بموجب الحالة الجديدة .

بديهية ٧- ان النظم تتداخل فقط عندما تتقاسم لغة عامة (رمزية syntax) ومتفقة في المعاني والمقصود meanings عند الرسائل التي تغيرها داخلياً والتي تعمل كمختارات للسلوك selectors ومتغيرات للحركات وردود الفعل تجاه تغير حالة المناخ او البيئة الداخلية للمصنع .(Katz, 2002,pp81-104)، (Fischer, 2001,pp333-346)، Keidel, 1985,p95) .

وبموجب هذا، فان هذه المجموعة من البديهيات ستعمل وفقاً لست مستويات في النظام التصنيعي هي:-

- المستوى الخامس (المؤسسة) - يضم الادارة وعمليات التطوير والتخطيط وخط انتاج الافكار وهو اعلى مستوى للاوامر ، ويمتاز بمسؤولية الاشراف على المستويات الادنى من السلوك .
- المستوى الرابع (المصنع) - الاشراف على الافرع وعلى نظم الانتاج ووسائل السيطرة على البيئة وهو يحكم المستوى الادنى منه.
- المستوى الثالث (المبنى/ الانتاج) - يسيطر ويدير ويشرف على كل خطوط المبنى والانتاج وينظم بيئتها وتقنياتها الداخلية ، وهو يشرف على المستوى الادنى منه .
- المستوى الثاني (المساحة/الخط) - يسيطر ويدير ويشرف على الادارة والسلوك لمساحة معينة من خط الانتاج، وهو يسيطر على المستوى الادنى منه .
- المستوى الاول (الوحدة/ الخلية) - يسيطر ويدير ويشرف على نظم التحكم بالحالات والسلوك لوحدة الاتمتة وخلية التصنيع ، ويسيطر على المستوى صفر(٠) ويجهز الاشراف على وسائل هذا المستوى (الحساسات والمشغلات الميكانيكية).
- المستوى صفر (الوسيلة) - يشمل الوسائل والتقنيات المتحسسة (sensetive)، التي تؤمن التشغيل الميكانيكي للعمليات الفيزيائية داخل نظم الانتاج والبيئة.(Howard, 1998,pp31-32)، (Matthews, 1989,pp14-16)، (Nam, 2002,p117).

١,٢,٨- الية نظام السيطرة:

هنالك العديد من التشابهات والاختلافات بين الاتمتة للعمل ولنظم السيطرات البيئية والصناعية ، اعتماداً على طبيعة التصميم الوظيفي والمتطلبات ، والتي بصورة عامة تحكم الاداء والعمل المستمر المتحسس والمستجيب لتقنيات غلاف المبنى الصناعي البيئية ، وكذلك نظم السيطرة على البيئة الداخلية الطبيعية الانسانية والميكانيكية .

ان مفتاح التمييز بين نظم العمل والسيطرة قد اوجد في رياضيات وعلوم السايبرناتك من خلال الاتصالات والسيطرة الموجودة في النظم المتفاعلة interaction ، اذ ان الفكرة المركزية في هذه العلوم هي السيطرة المنظمة بالاعتماد على سيطرة الاسترجاع FeedBack control ودورات السيطرة بواسطة اداة التحكم المؤازر Servo control(شكل ٣)، والتي ستعمل على تنظيم عمل تقنيات السيطرة الخارجية والداخلية (البيئية والانتاجية) المسيطر عليها بواسطة المتحسسات لملاحظة سلوكها وحركاتها ، ومن ثم ستصدر معلومات قياسية باتجاه المستوى الاعلى من خلال الادراك لتحديد وتخمين حالات العملية والسلوك للمرحلة والحالة القادمة المتوقعة وغير المتوقعة.(Fischer, 2001,p212)، (الضامن- ١٩٧٩ص١١٧).

هذه القياسات الجديدة ستستعمل لتحديث update قاعدة المعرفة Knowledge Base لعملية السيطرة المبرمجة العامة للمعمل ، ومن قاعدة المعرفة هذه فان مبرمج السيطرة العام (الموديل) سيحسب ويتوقع الحالات القادمة ليتكيف معها ويجعلها قابلة للسيطرة عند العملية من

جديد مرسلاً الاوامر لواحدة او اكثر من المشغلات Actuators لتاثير واحداث التغيير في حركة وموقع واستجابة تقنية السيطرة البيئية او الانتاجية ، مما يجعلها وسيلة سيطرة منظمة لادائية وعمل التقنيات بنجاح لتوفير بيئة داخلية مريحة ومقنعة لشاغليها.(Keidel, 1985,p102)،(Fergusson, 1997,p25).

ولتطوير موديل النظام المتداخل ، فانه من الضروري البدء بتحليل دورة السيطرة Decomposing loop (شكل ٣) الى مكوناتها الاساسية Core Components عند مستوى السيطرة صفر المسيطر على العملية (L0) بفصل وعزل العناصر التكوينية الصلبة hardware والمرنة Software ، لتصبح التقنية وتوابعها من المتحسسات والمشغلات ضمن نظام hardware، اما ماينقل اليها وعنها من معلومات للسيطرة من قبل الحكم المنفذ بالحاسبة العليا المسيطرة ، فهي ضمن نظام Software ، مما يسهل ايصال المعلومات والسيطرة على مستوى (L0) بواسطة الحقل الرقمي العام (Digital field) . وان نفس وسائل المستوى الاوطأ (L0) ستحتوي المعلومات البيئية والانتاجية وحاجات العامل والصيانة وقاعدة المعلومات العامة للتشكيل المتجدد حسب الظروف والحالات. وهذا التوجه سيجعل من وسائل الحقل التطبيقي متزايدة الذكاء مما يسهل التحكم والحكم والتفاعل عند دوراتها الاسترجاعية (FeedBack)،(شكل ٤). (Stinchcombe, 1995,185)،(Graedel, 2003,pp342-345) .

وعليه فان المنطق المسيطر على الوسيلة (التقنية) للمستوى صفر (L0) هو انها ستكون موضوعة بصفة خادم مسيطر منه وعليه في التسلسل المتصاعد hierarchy باتجاه المسيطر الاعلى ضمن المستوى الاعلى .هذا التشكيل سيتطلب شبكة عمل متداخلة محسوبة للحالات الطارئة بوجود حساسات ومشغلات الية سريعة الاستجابة لانجاح مثل هكذا تفكيكات (شكل ٥).(Stinchcombe, 1995,p191).

٢,٢,٨- <u>توزيع اوامر نظام السيطرة:</u>

ان تصميم نظام السيطرة يثبت (بديهة ١) بان نظم المستوى الاوطأ محكومة ومضبوطة بمنطق المستوى الاعلى وان هذه العلاقة المنظمة هي حرجة عملياً كونها تداخل وتكامل ادارة عمليات مختلف المستويات لما فوق وتحت عصا السيطرة . حيث ان المسيطر التكاملي Unitary في المستوى (L1) يشرف على المسيطر للوسيلة (التقنية) عند المستوى صفر (L0). والحالة الراهنة عند المستوى (L0) تغذي باتجاه الاعلى حيثما مسيطر المستوى الاول (L1) يمكن ان يوظف معلومات للسيطرة على استراتيجية السيطرة عند المستوى (L0) . هذه العلاقة موجودة بين اي مستويين متراكبة وايضا بين المسيطرات عند نفس المستوى.

كذلك فان المسيطر المستوى الاول (L1) يلاحظ الحالة والسلوك الحركي والسيطرة عند عمليتي المستوى صفر (L0)، لضمان التساوق والتعاون في خط العمليات المتظمنة (الثبات Sable، والتزامن في الاداء Synchronized، والسماح بالعيوب البسيطة غير المؤثرة على الاداء العامFault tolerant حتى يبقى عاملاً)، (شكل٥).(Tatum, 1990,pp112)، (Nam, 2002,p133).

٣,٢,٨- <u>الدورة الاسترجاعية لنظام السيطرة:</u>

ان اساس الحياة والعمل عند كل مرحلة ومستوى من المستويات ابتداءاً من المستوى صفر (L0) والى اعلاه وعلى مختلف تفاصيلها ووسائلها تكون جميعاً محكومة ومفعلة بموجب نظام التغذية الاسترجاعية (FeedBack) . حيث ان العمليات على اختلاف مستوياتها مكونة من اكثر من عملية ثانوية محتواة interwinded (كالتخطيط الاستراتيجي ، الانشاء ، هندسة وتصنيع المكائن ، التنظيم ، ....الخ)، هذه العمليات الثانوية مكونة بذاتها من عمليات ثانوية

اخرى وهكذا . وان لكل من هذه العمليات على اختلاف مستوياتها اربع خطوات اساسية هي **المخطط Plan**-(لملائمة اهداف العمل الاستراتيجي) ، **العمل Do**-(المطلوب تنفيذه وهنا دور الوسائل والتقنيات)،**التاكد Check**-(من العمل المؤدى لتحديد اذا ما كانت الاهداف الستراتيجية الموضوعة محققة) ،واخيرا **النشاط Act**-(بواسطة تنظيم العملية لتحقيق النتائج الافضل). وهذه العمليات جميعاً تمتلك دورات استرجاعية تفصيلية داخلية ثانوية ودورات استرجاعية علائقية فيما بينها مع وجود الدورات الاسترجاعية العلوية التي تحكم علاقتها بالنظم والمستويات الاعلى (Tatum, 1990,p75)،(Thomas, 1993,p88)،(Vanegas, 1998,p125)).

٩- الاستنتاجات :

وفقا لمنظور منهج المبنى الصناعي المتكامل ستكون المباني التي تصمم اعتباراً لسماته وخصائصه:

١- مبانٍ عالية الأدائية (High-performance buildings) غير مستهلكة للطاقة حافظةً لها (Energy-saving building) مقابل ذلك تحقق متطلبات البيئة الداخلية من إضاءة وحرارة ونقاوة الهواء وتقليل الكلف الفعلية للمبنى، كونها تستعمل مقاييس كفاءة الطاقة المتجددة مما يطيل من عمر المواد المستخدمة ،

٢- ذات تصميم حساس بالموقع لتقليل الأحمال البيئية للموقع والمناخ، مع توفر عامل المرونة والتوسع المستقبلي وسهولة الصيانة والتحفيز لنشاط العاملين داخل المصنع، من خلال وضع العلاقة الحية الرابطة بين البيئتين الخارجية والداخلية بعنصر الوسيط (الغلاف) المتحرك بفاعلية تفاصيله وتقنياته.

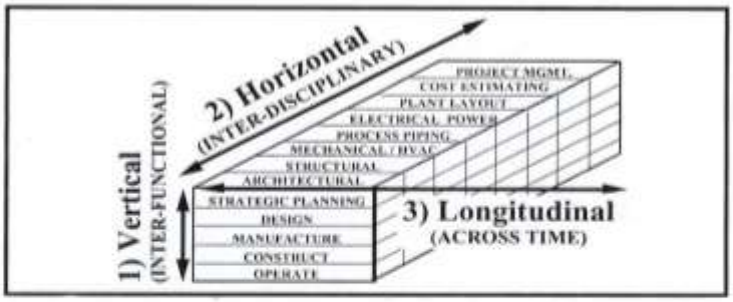
٣- ان تصميم المبنى وفق منهج المبنى الصناعي المتكامل، يدرس العلاقة بين حجم الفتحات مقابل حجم النظام الميكانيكي والتي يترتب عليها كمية الاضاءة الطبيعية، فضلا عن ساعات العمل ، طريقة تنظيم الفضاء وكفاءة الغلاف الخارجي للمبنى ، تاثير الموقع والمناخ الموضعي (local microclimate) والاتجاه والادائية العالية المتعددة منها (الوظيفة والحرارية والصوتية والبيئية والبصرية) ، كذلك فان هذا المنهج لايساعد فقط في تقليل كلف الانشاء وانما يقلل كلف التشغيل على طول الوقت.

٤- ليكون هدف التصميم المناخي المستدام للمبنى الصناعي من وجهة نظر المحافظة على الطاقة بانه عملية الحصول على اكبر تعرض للبيئة الخارجية ليوفر اقل استهلاك للطاقة حفاظاً وتثبيتاً لمفهوم الراحة الداخلية والتي يكون فيها كل الجهد المبذول من قبل العاملين داخل المبنى يصرف من اجل الانتاج الفيزياوي العقلي دونما فقدان او هدر يذكر.

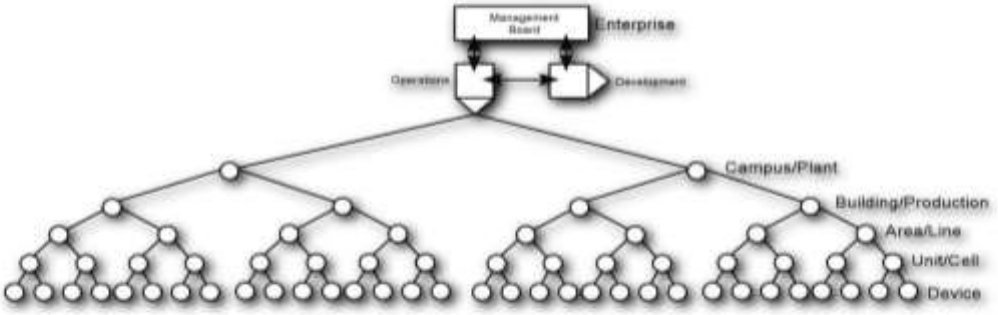
٥- ان نظم السيطرة وعلى مختلف الاصعدة التقنية والتنظمية في المعامل لها سلسلة معقدة جداً ومستويات مختلفة في السيطرة واعطاءها للاوامر بنمطية تصاعدية Hierarchy للسيطرة على نظم التفاعل والاستجابة المناخية والانتاجية.

٦- ان هذه القياسات الجديدة ستستعمل لتحديث update قاعدة المعرفة Knowledge Base لعملية السيطرة المبرمجة العامة للمعمل ، ومن قاعدة المعرفة هذه فان مبرمج السيطرة العام (الموديل) سيحسب ويتوقع الحالات القادمة ليتكيف معها ويجعلها قابلة للسيطرة عند العملية من جديد مرسلاً الاوامر لواحدة او اكثر من المشغلات Actuators لتاثير واحداث التغيير في حركة وموقع واستجابة تقنية السيطرة البيئية او الانتاجية ، مما يجعلها وسيلة سيطرة منظمة لادائية وعمل التقنيات بنجاح لتوفير بيئة داخلية مريحة ومقنعة لشاغليها.

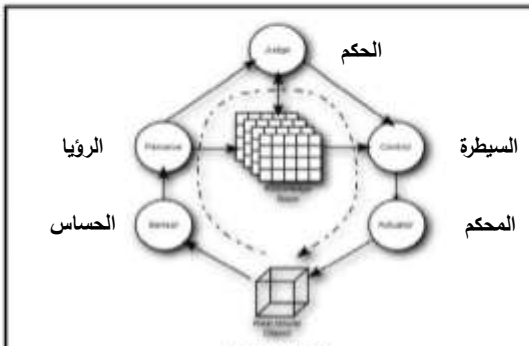
وعلى ضوء ما تقدم يمكن القول ان نظم السيطرات البيئية والانتاجية المتكاملة والمسيطرة في المعمل ستتماكن عند الخط الرئيسي للتطبيقات العملية الممثلة للقاعدة الوظيفية للنظم المؤتمتة المتكاملة والمتداخلة لتأدية عمل جسم المصنع البيئية والانتاجية. حيث يمثل هذا الخط التطبيقي مجموعة من الحلقات المتراكبة تمثل المستويات الستة للاتمتة المبينة سابقاً ، والتي تتمثل بسيطرات التصنيع الانتاجية و البيئية ، متكاملة بعملها مع منظومة الادارة المالية والتخمين ونظم الانتاج المفتاحية.



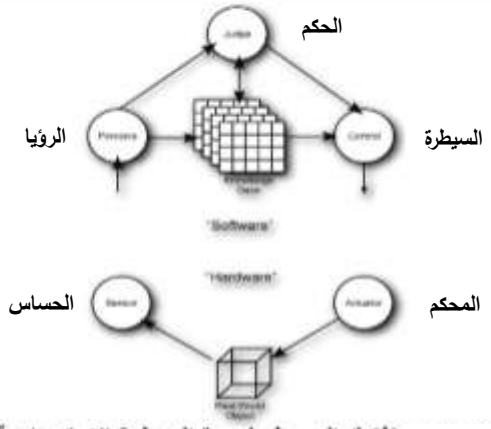
شكل (1) الأبعاد الثلاثة لتداخل نظم الأتمتة وسريان المعلومات المسيطرة على المبنى الصناعي الكامل المحافظ عل الطاقة (Alarcon,1992,p4)



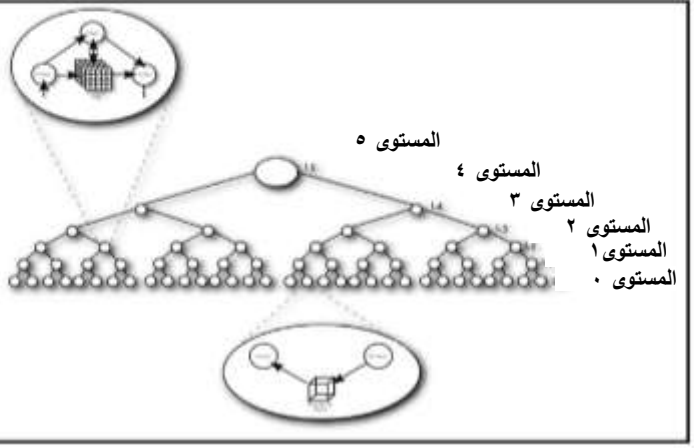
شكل (2) هيكل السيطرة و الأوامر لنظم الأتمتة المتسلسلة بصورة تصاعدية ذات ستة مستويات Ferguson,1997,P8



شكل (3)
دورة السيطرة الإسترجاعية
(Fischer, 2001,p212)



شكل (4) تفكيك المسيطر لدورة السيطرة الإسترجاعية
(Stinchcombe, 1995,185)



شكل (5)
لسيطرة الموزعة لدورة السيطرة الإسترجاعية
(Stinchcombe, 1995,p191)

١٠- المصادر الأجنبية :

- AIA ,1989, " Window Configuration " – Designing for Daylighting and Productivity, The Ehrenkrantz Group.
- Alarcon –Caedenas,L.F., /Ashley , D. B., 1992, " Project Performance Modeling: Methodology for Evaluating Project Execution Strategies ", Report to construction Industry Institute.
- Blair, R. D.,/ Kaserman, D. L., 1983, " Law and Economics of Vertical Integration and Control ", Academic Press, Inc., New York .
- Broadbent, Geoffrey, 1988," Design in Architecture ", Library of Congress, Lowcain, Belgium.
- BRT, Business Roundtable, 1999, " More Construction for the Money: Summary Report of the Construction Industry's Cost Effectiveness Report ", Business Roundtable, New York .
- BTS, 2000, " Whole Building design ", U.S. Department of Energy, office of building, London .
- Fergusson, K.J./ Teicholz, P. M., 1993, " Impact of Integration on Industrial Facility Quality ", Department of civil Engineering dissertation, Stanford University .
- Fergusson, K. J./ Teicholz, P. M., 1997, " Owner Perspectives on Industrial Facility Quality ", Journal of Performance of Constructed Facilites,, Vol.18, No.2, ASCE .
- Fischer, M., 2001" Design Construction Integration Through Constructibility Design Rules for the Preliminary Design of Reinforced Concrete Structures ", presented at the CSCE/CPCA Structural Concrete Conference in Montreal, Canada .
- Girardet, Herbert, 1998, " The Architecture of Ecology ", Academy Editions Press, London.
- Graedel, T.E./ Y. Kakizawa,/ M. Jensen., 2003, " Industrial Ecology and Automotive Systems ", A Handbook of Industrial Ecology , Edward Elgar, Northampton .
- Handler, A, Benjumin; 1990, " System Approach to Architecture "; American Elsevier publishing company Inc; New York .
- Howard, H. C./ Levitt, R. E./ Paulson, B.E./ Pohl, J. G.,/ Tatum, C.B., 1998, "Computer Integration: Reducing Fragmentation in the AEC Industry", Journal of Computing in Civil Engineering, Vol.3, No.1.
- Johnson, T., 1991, " Low-emissive Glazing Design Guide ", Butterworth-Heinemann. Stoneham, U.S.A.
- Julier, Guy, 2000, " The culture of Design " sage press, London.
- Katz, R., 2002 , " The Effects of Group Longevity on Project Communication and Performance ", Administrativ Science Quartrly, Vol.127.
- Keidel, R. W., 1985, " Game Plans ", Dutton, New York .
- Lampert, C., 1999, " Chromogenic Swithable Glazing: Towards the Development of the Smart – Window ", in the Proceedings of Window Innovations Conference, Toronto .
- Littlefair, Paul. J., 1997, " Designs for Improving Daylighting " Building Research Establishment (BRE), Watford, England.
- Matthews, M. F./ Burati, J. L. Jr., 1989 , "Quality Management Organizations and Techniques ", report to the Construction Industry Institute form Clemson University .
- Mc Cluney, Ross, 1991 " The Importance of the IDMY ", the (CIE) International Daylight Measurment Year, New York .
- Montgomery, Richard H, Mdes, Watter f; 1998, "The Solar Decision Book of Homes", John Wiley & Sons Irc; Conada.
- Nam, C. H.,/ Tatum, C. B., 2002, " Non Contractual Methods of Integration on Construction Projects ", Journal of Construction Engineering and Management, Vol.118, No.2, ASCE .

- NREL, 1994, " DOE's Passive Solar Nonresidential Experimental Building Program " Produced for the U.S.A. Department of Energy, by The National Renewable Energy Laboratory. New York .
- NREL, 2000, " Savings by design", Southern California Edison, Energy design resources, Vol.112 , No.1002, U.S.A,.
- Rush, Richard, 1986 " The Building Systems Integration Handbook ", John Wiley & sons. Ins ;New York; U.S.A;.
- Rush R.D:, 1996, " The Building Integration Hand book"; the American institute of Architests; New York .
- SBIC, ,2001, "The Whole Building Design Approach", Sustainable building industry council,; U.S.A.
- Snyder , J., 1979, " Introduction to Architecture Design and the design process ", Mc, Graw–hill Book Co. .
- Stinchcombe, A. L.,/ Heimer, C. A., 1995, " Contracts as Hierarchical Documents ", Organization Theory and Project Management, Norwegian University Press .
- Tatum, C. B., 1990, " Inegration: Emerging Management Challenge ", ASCE Journal of Management in Engineering, Vol.6, No.1, January .
- Thomas, V.C., 1993, " Buiding Systems Integration " Proceedings of the International Symposium on Building Systems Automation-Intrgration, University of Wisconsin-Madison .
- Vanegas Pabon, J., 1998, " A model for design/construction integration during the initial phases of design for building construction projects ", Department of Civil Engineering dissertation, Stanford University .
- Websters, 1973, " New Collegiate Dictionary ", G&c. Merrsiamco ,USA.

١١- المصادر العربية:

- البدري ، امجد محمود عبد الله- ٢٠٠٦- التطور والتغير في الفكر الجديد لعمارة الأبنية الصناعية الذكية- أطروحة دكتوراه - جامعة بغداد .
- البعلبكي ، منير- ١٩٨٠- قاموس المورد (انكليزي- عربي)- دار العلم للملايين- الطبعة الرابعة عشر- بيروت .
- الضامن، د.حاتم صالح- ١٩٧٩- نظرية النظم- تاريخ وتطور- الموسوعة الصغيرة (٤٧)- منشورات وزارة الثقافة والاعلام- بغداد .
- سابرينا ، د.آلن- ١٩٧٦- "بين الانسان والآلة - السايبرناطيقيا في داخلنا "- ترجمة صبحي ابو سعد- دار الكتاب العربي للطباعة والنشر- القاهرة .
- عبيدات، ذوقان/ كايد، عبد الحق- ١٩٨٤-" البحث العلمي، مفهومه واساليبه وادواته"- دار الفكر للنشر والتوزيع- عمان .