**Real time systems :**

**مع تطور الزمن تطورت الحواسيب بشكل مستمر الى ان أصبحت على ما هي عليه هلأ ، ف كانت قديما في بداية ظهورها عبارة عن mainframes حجمها كان يفوق حجم الغرفة ، الى ان أصبحت على ما أصبحت عليه الان عبارة عن جهاز صغير نحمله في كف اليد**



**System : some devices connected with each other**

**النظام هو عبارة عن مجموعة من الأجهزة مرتبطة مع بعضها البعض وبيتكون من inputs و outputs**

**Embaded systems : a combination of hardware and software that is designated to perform a highly specific function**

**عبارة عن الأنظمة المدمجة وهي عبارة عن مزيج من الأجهزة والبرامج المخصصة لأداء وظيفة محددة للغاية**

**Embedded devices are now vastly outnumbering the traditional computers.**

**تفوق الأجهزة المدمجة الآن عدد أجهزة الكمبيوتر التقليدية بشكل كبير طيب ليش ؟**

**لانه احنا حاليا في اتجاه تخفيض تكلفة الحواسيب ومكوناتها من processors و memory وغيرها وكمان لتقليل استهلاك الطاقة وتقليل الحجم وزيادة قوة المعالجة وال reliability of hardware and software**

**تمام حلو لحد الان ، هلأ بدنا نعرف شو يعني وقت حقيقي ؟**

**Real-time is a quantitative notion of time measured using a physical clock.**

**يعني الوقت الحقيقي عبارة عن مفهوم كمي للوقت ويقاس بالساعة الفيزيائية**

**كمثال على الموضوع : لو افترضنا نظام معين درجة الحرارة فيه من المفترض ما تتجاوز ال 250 درجة على سبيل المثال وفجأة بعد حدوث حدث معين (درجة الحرارة تتجاوز 500 درجة مثلا ) بهيك حالة من المفترض انه النظام يعمل حدث معين عشان يحل مشكلة ارتفاع درجة الحرارة يلي بتواجهه زي مثلا انه يشغل أجهزة تبريد خلال MS 100 على سبيل المثال**

**طيب احنا عرفنا شو يعني وقت حقيقي ، هلأ بدنا نفهم شو يعني نظام وقت حقيقي ؟**

**a system is called real time system when we need a quantitative expression of time to describe the behavior of the system**

**يُطلق على النظام نظام الوقت الحقيقي عندما نحتاج إلى تعبير كمي عن الوقت لوصف سلوك النظام**

**يعني مثلا في المثال السابق قلنا لازم يحتاج النظام 100 ميلي ثانية عشان يشغل أنظمة التبريد اذن احتاج وقت محدد فعشان هيك بنسميه نظام وقت حقيقي**

**لكن نفس النظام لو راح شغل أنظمة التبريد بعد دقيقة مثلا بنقول انه النظام فشل**

**Any system whose behavior can completely be described without using any quantitative expression of time is not a real time system**

**أي نظام يمكن وصف سلوكه بالكامل دون استخدام أي تعبير كمي عن الوقت ليس نظامًا في الوقت الحقيقي**

**Applications of real time systems :**

**في الوقت الحالي أصبحت اغلب الأنظمة تعد أنظمة وقت حقيقي ناخد منها الأمثلة التالية :**

1. **Industrial Applications : as process control systems , industrial automation systems , SCADA applications , test and measurement equipments , and robotic equipments**

**Example 1 : chemical plant control :**

**Chemical plants control systems are essentially a type of process control application in an automated chemical plant , a real time computer periodically monitors plant conditions , the plants conditions are determined based on current readings of pressure , temperatures and chemical concentration on the reaction chamber .these parameters are sampled periodically based on the values sampled at any time , the automation system decides on the corrective actions necessary at that instant to maintain the chemical reaction at a certain rate . each time the plants conditions are sampled , the automation system should decide on the exact instantaneous corrective actions required such as changing the pressure ,temperatures , or chemical concentration and carry out these actions within certain predefined time bounds . typically the time bounds in such a chemical plant control application range from a few micro seconds to several milli seconds.**

**نظم التحكم في المصانع الكيميائية هي في الأساس نوع من تطبيقات التحكم في العمليات في مصنع كيميائي مؤتمت، يقوم حاسوب في الوقت الحقيقي بمراقبة ظروف الكيمياءيات بشكل دوري، ويتم تحديد ظروف المواد بناءً على القراءات الحالية للضغط، ودرجات الحرارة والتركيز الكيميائي في غرفة التفاعل. ويقرر نظام التشغيل الآلي الإجراءات التصحيحية اللازمة في تلك اللحظة للحفاظ على التفاعل الكيميائي بمعدل معين. في كل مرة يتم فيها أخذ عينات من ظروف المصانع، يجب أن يقرر نظام الأتمتة الإجراءات التصحيحية الفورية الدقيقة المطلوبة مثل تغيير الضغط أو درجة الحرارة أو التركيز الكيميائي وتنفيذ هذه الإجراءات ضمن حدود زمنية معينة محددة مسبقًا. عادة ما تتراوح الحدود الزمنية في تطبيق التحكم في المصنع الكيميائي من بضع ثوانٍ صغيرة إلى عدة ملايين ثانية**

**Example 2: Automated car assembly plant مصنع آلي لتجميع السيارات (الشرح تبعهم بالكتاب بس مش كتير مهم)**

**Example 3 : Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) الرقابة الإشرافية وحيازة البيانات**

**Medical : في المجال الطبي**

**Robot Used in recovery of Displaced Radioactive Material, Medical equipments**

**الروبوت المستخدم في استعادة المواد المشعة والمعدات الطبية**

**Peripheral Equipments : المعدات**

**Laser Printer, digital cameras and camcorders, sensors**

**طابعة الليزر والكاميرات الرقمية وأجهزة استشعار**

**Transportation: في مجال وسائل النقل**

**Multi-Point Fuel Injection (MPFI) System نظام حقن الوقود متعدد النقاط**

**Automated car السيارة الالية**

**Telecommunication Applications : تطبيقات الاتصالات**

**Cellular System النظام الخلوي**

**Aerospace: في مجال الفضاء الجوي**

**Computer On-board an Aircraft**

**Internet and Multimedia Applications: في تطبيقات الانترنت والتواصل الاجتماعي**

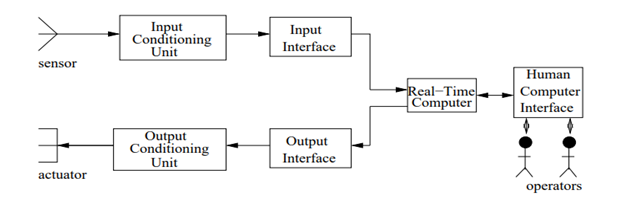
**Video Conferencing**

**Consumer Electronics: الالكترونيات الاستهلاكية**

**Cell Phones, digital cameras and camcorder**

1. **A basic model of a real time system :**

**هنا عندنا الشكل الأساسي والمكونات الرئيسية لاي نطام وقت حقيقي :**



**هلأ بدنا ندرس كل مكون من مكونات النظام لوحده :**

1. **Sensor : Sensor is used for the conversion of some physical events or characteristics into the electrical signals. These are hardware devices that takes the input from environment and gives to the system by converting it. For example, a thermometer takes the temperature as physical characteristic and then converts it into electrical signals for the system.**

**ال sensorهو عبارة عن أداة تستخدم في تحويل بعض الأحداث أو الخصائص الفيزيائية إلى إشارات كهربائية. هذه هي الأجهزة التي تأخذ المدخلات من البيئة وتعطي للنظام عن طريق تحويلها. على سبيل المثال، يأخذ مقياس الحرارة درجة الحرارة كخاصية فيزيائية ثم يحولها إلى إشارات كهربائية للنظام.**

1. **Actuator: is the reverse device of sensor. Where sensor converts the physical events into electrical signals, actuator does the reverse. It converts the electrical signals into the physical events or characteristics. It takes the input from the output interface of the system. The output from the actuator may be in any form of physical action. Some of the commonly used actuator are motors and heaters.**

**ال actuator هو جهاز الاستشعار العكسي. عندما يحول الsensor الأحداث الفيزيائية إلى إشارات كهربائية، يقوم الactuator بالعكس. يحول الإشارات الكهربائية إلى أحداث أو خصائص فيزيائية. يأخذ المدخلات من واجهة الإخراج للنظام. قد يكون الناتج منه في أي شكل من أشكال الفعل المادي. بعض ال actuators الشائعة الاستخدام هي المحركات والسخانات.**

1. **Signal Conditioning Unit: When the sensor converts the physical actions into electrical signals, then computer can’t used them directly. Hence, after the conversion of physical actions into electrical signals, there is need of conditioning. Similarly while giving the output when electrical signals are sent to the actuator, then also conditioning is required. Therefore, Signal conditioning is of two types:**

**وحدة تكييف الإشارات: عندما يحول ال sensor الإشارات الفيزيائية إلى إشارات كهربائية، لا يستطيع الكمبيوتر استخدامها مباشرة. وبالتالي، بعد تحويل الإشارات الفيزيائية إلى إشارات كهربائية، هناك حاجة إلى التكييف. وبالمثل، أثناء إعطاء الناتج عند إرسال الإشارات الكهربائية إلى الactuator ، يلزم أيضًا التكييف. لذلك، فإن تكييف الإشارة من نوعين:**

**Input Conditioning Unit: It is used for conditioning the electrical signals coming from sensor.**

**وحدة تكييف المدخلات: تستخدم لتكييف الإشارات الكهربائية القادمة من ال sensor**

**Output Conditioning Unit: It is used for conditioning the electrical signals coming from the system**

**وحدة تكييف المخرجات: تستخدم لتكييف الإشارات الكهربائية القادمة من النظام.**

1. **Interface Unit: Interface units are basically used for the conversion of digital to analog and vice-versa. Signals coming from the input conditioning unit are analog and the system does the operations on digital signals only, then the interface unit is used to change the analog signals to digital signals. Similarly, while transmitting the signals to output conditioning unit the interface of signals are changed i.e. from digital to analog. On this basis, Interface unit is also of two types:**

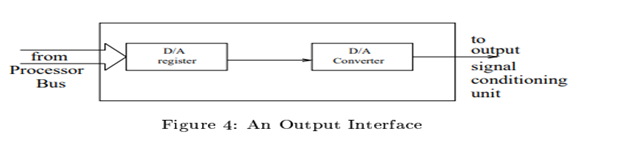
**تستخدم ال Interface units أساسا لتحويل الرقمية إلى تماثلية والعكس صحيح. الإشارات القادمة من ال input conditioning unit ويقوم النظام بالعمليات على الإشارات الرقمية فقط، ثم تستخدم وحدة الواجهة لتغيير الإشارات التماثلية إلى إشارات رقمية. وبالمثل، أثناء نقل الإشارات إلى output conditioning unit ، يتم تغيير واجهة الإشارات أي من الرقمية إلى التماثلية. وعلى هذا الأساس، تتكون ال interface unitأيضا من نوعين:**

**Input Interface: It is used for conversion of analog signals to digital.**

**واجهة الإدخال: تستخدم لتحويل الإشارات التماثلية إلى رقمية.**

**Output Interface: It is used for conversion of digital signals to analog.**

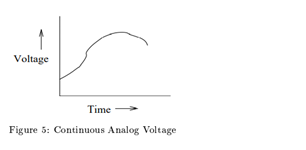
**واجهة الإخراج: تستخدم لتحويل الإشارات الرقمية إلى تماثلية.**



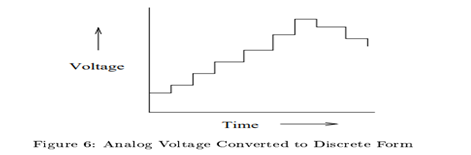
**هلأ الحاسوب ما بيقدر يعمل عمليات على analog signals ف بحتاج احول هاي الإشارات ل digital عشان يفهمها ويعمل العمليات عليها من خلال circuitry with block diagram**

**طيب شو هي خطوات التحويل من Analog ل digital (ADC) ؟**

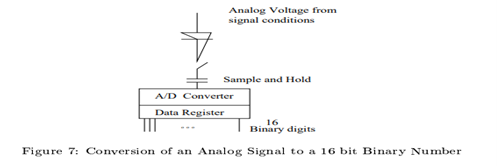
1. **Sample the analog signal at regular inversals (by capacitors circuitry)**



1. **After sampling the analog signal a step waveform is obtained**



1. **Convert the stored value to a binary number by using analog to digital convertor (ADC) and store the digital value in a register**



**Digital to analog conversion (DAC): Convert digital signals to analog signals**

1. **Characteristics of real time systems :**
2. **Time constrains : any process must be completed in deadline (if it doesn’t completed in a specific time the system fail )**

**المسؤول عن تحديد هاي الخاصية هو ال real time operating system(RTOS)**

1. **New correctness criterion :**

**في ال real time system يكون ال** **correctness implies not only logical correctness of the results but the time at which the results are produced**

**الصواب لا يعني فقط الصواب المنطقي للنتائج ولكن الوقت الذي يتم فيه تحقيق النتائج**

**اما في ال traditional systems يكون ال correctness implies only logical correctness of the results**

**اما في النظام التقليدي الصواب يعني ان الناتج المنطقي صحيح**

**3- embedded : real time systems are embedded that’s means many systems work in one system as a unit**

**الأنظمة في الوقت الحقيقي مدمجة وهذا يعني أن العديد من الأنظمة تعمل في نظام واحد كوحدة واحدة**

**4-Saftey critically :**

**For traditional non real time systems : safety and reliability are independent issues**

**In many real time systems : safety critical issues together**

**Safety system : system that doesn’t cause any damage when it fails**

**النظام الأمن: نظام لا يسبب أي ضرر عندما يفشل**

**Reliable system :can operate for long durations of time without exhibiting any failures**

**نظام متوافر: يمكن تشغيله لفترات طويلة من الزمن دون إظهار أي إخفاقات**

**A safety critical system required to be highly reliable since any failure of the system can cause extensive damage**

**يجب أن يكون نظام الsafety critical موثوقًا به للغاية لأن أي عطل في النظام يمكن أن يتسبب في أضرار جسيمة**

**5-concurrency : at real time systems must process data from all the sensors concurrently**

**متزامنة: يجب على الأنظمة في الوقت الحقيقي معالجة البيانات من جميع ال sensorsفي وقت واحد**

**6-Distributed and feedback structure : system is distributed across widely spread geographic locations**

**يوزع النظام عبر المواقع الجغرافية المنتشرة على نطاق واسع**

**7- Task criticality : criticality is a measure of the cost of failure of a task**

**Real time systems may have tasks of very different criticality**

**8- custom hardware : real time systems often implemented on a custom hardware that is specifically designed and developed for the purpose**

**غالبا ما تنفذ أنظمة الوقت الحقيقي على أجهزة مخصصة مصممة ومطورة خصيصا لهذا الغرض**

**9-Reactive : Real time systems are often reactive**

**غالبًا ما تكون الأنظمة في الوقت الحقيقي تفاعلية**

**Reactive system :system which an on going interaction between the computer and the environment is maintained**

**النظام التفاعلي: نظام يتم الحفاظ على تفاعل مستمر بين الحاسوب والبيئة**

**10- stability : need to continue to meet the deadlines of the most critical tasks**

**11- Exception Handling : Many real time systems work round the clock and often operate without human operators**

**التعامل مع الاستثناءات: تعمل العديد من الأنظمة في الوقت الحقيقي على مدار الساعة وغالبًا ما تعمل بدون مشغلين بشريين**

**5-Safety and reliability :**

**في النظام التقليدي بيكون ال safety وال reliability عبارة عن خاصيتين منفصلتين عن بعضهما بدليل انه عندي أنظمة raliable but not safe مثل الgun (السلاح)دايما بيكون متوفر لكن مش امن وكذلك عندنا أنظمة safe but notreliable زي اللابتوب مثلا هو نظام امن اه بس ممكن يعلق معايا مثلا ويبطل متوافر**

**اما في أنظمة الوقت الحقيقي بيكون ال reliable وال safety مترابطين مع بعض**

**Fail safe state of a system : is one which if entered when the system fails , no damage would result**

**فشل الحالة الآمنة للنظام: هو الذي إذا تم إدخاله عندما يفشل النظام، فلن ينتج عنه أي ضرر وهادا بيكون موجود بالنظام التقليدي**

**في ال real time systems ما في عندي fail safe state لانه أي فشل في النظام بيسبب ضرر عشان هيك بيكون Safety critical system**

**Safety critical system : one whose failure can cause severe damages**

**نظام يمكن أن يتسبب فشله في أضرار جسيمة**

**طيب هلأ كيف بدنا نصمم نظام وقت حقيقي بحيث يكون more reliability and more safety ؟**

**How to achieve high reliability ?**

1. **Error avoidance :**

**وهي عبارة عن تجنب منابع الخطأ عن طريق محاولة تصنيع hardware و software خالي من الأخطاء او بالاصح بأقل كمية أخطاء ممكنة لانه قد ما حاولنا نعمل النظام error free الا انه رح يواجهنا bugs بتسببلنا مشاكل**

1. **Error detection and removal :**

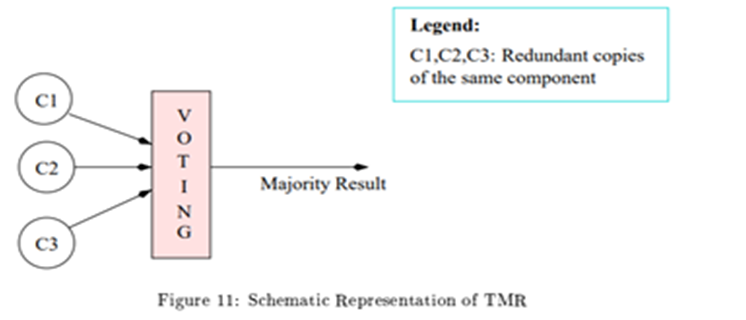
**هاي عبارة عن انه لو عرفنا ال error بنقدر نعمله عملية error removal عن طريق عملية ال testing**

1. **Fault Tolerance :**

**مشكلة ال real time software system انه لو كان عندي error رح يعمل damage**

**اذن احنا بدنا نحاول نعمل النظام fault tolerance اللي هو عبارة عن acceptance ratio of errors without cause damage in hardware and software**

**العملية هنا بتكون عبارة عن redundancy (عملية تكرار ال hardware لعدة أجزاء بيقوموا بنفس المهمة وبيعملوا result testing) وبتكون القييم او النتائج اللي مفروض نحصل عليها قيمها معروفة زي درجة الحرارة مثلا**



**هلأ في عندي 2 methods to achieve hardware fault tolerance :**

1. **Built in self test (BIST):**

**عبارة عن self test of hardware يعني بيستناش ال task عشان يعمل test بل بيعمل testing بشكل منتظم**

1. **Triple moduler redundeancy(TMR):**

**هلأ هادا عبارة عن الصورة السابقة عندنا 3 models of the same components بيعملوا بشكل متزامن لو كان تاسك منهم خاطئ او اعطى نتيجة مختلفة حياخد 2:1 وبيعطي نتائج صحيحة**

**لو كان عندي خطأين هادا بيكون error cause damage ونادر حدوثها**

**دايما بيصير عندي عملية testing والتاسك يلي بيعطي نتائج خاطئة بنعمله reconfiguration**

**هادا الكلام كله لل hardware طيب بالنسبالنا الاعقد والاصعب هو ال software كيف بدي اقدر اخليه يعمل fault tolerance ؟**

**هلأ في عندي 2 methods to achieve software fault tolerance :**

**1-** **N-Version programming**

**Software fault tolerance technique inspired by TMR of hardware:**

**Different teams are employed to develop the same software.**

**تقنية تحمل أخطاء البرامج المستوحاة من TMR:**

**يتم توظيف فرق مختلفة لتطوير نفس البرنامج.**

**هلأ لو عندي 3components بوظف 3teams كل team يعمل بشكل منفصل عن الاخر على أساس انه ال 3 هدول بعمللهم running at the same time بحيث لو 2 منهم اعطوني ناتج صحيح اخدهم واعمل voting للخطأ**

**2-** **Recovery Blocks**

**على أساس انه قبل ما يستخدم جزء ال software بيصير عندي عملية acceptance test (عدة models في ال software بعمللهم test) وبما انه اكتر من model بتكون عملية ال running in sequential وهادا معناه انه العملية بتحتاج وقت اكبر**

**عشان هيك انا بحتاج يكون عندي deadline time في العملية هاي**

**types of real time tasks :**

**Real-time tasks are activities that require immediate response and have strict timing constraints. They are often found in systems where prompt action is critical to the system's functionality, safety, or performance. There are several types of real-time tasks, including:**

**المهام في انظمة الوقت الحقيقي :هي أنشطة تتطلب استجابة فورية وتتميز بقيود زمنية . غالبًا ما توجد في الأنظمة حيث يكون العمل السريع أمرًا بالغ الأهمية لوظيفة النظام أو سلامته أو أدائه. هناك عدة أنواع من المهام في الوقت الحقيقي، وهي :**

**1. Hard real-time tasks: These tasks have strict deadlines that must be met, as failure to do so could lead to catastrophic consequences. Examples include air traffic control systems, medical equipment like pacemakers, and automotive systems such as anti-lock braking systems (ABS).**

**المهام الصعبة في الوقت الحقيقي: لهذه المهام مواعيد نهائية يجب الوفاء بها، حيث أن عدم القيام بذلك يمكن أن يؤدي إلى عواقب وخيمة. تشمل الأمثلة أنظمة التحكم في الحركة الجوية والمعدات الطبية مثل أجهزة تنظيم ضربات القلب وأنظمة السيارات مثل أنظمة الكبح المضادة للقفل. (ABS)**

**2. Firm real-time tasks: These tasks also have deadlines, but occasional deadline misses are tolerable, though undesirable. Consequences of missing deadlines in these tasks are typically degraded system performance or quality, rather than catastrophic failures. Examples include multimedia streaming, video conferencing, and online gaming.**

**المهام الثابتة في الوقت الحقيقي: هذه المهام لها أيضًا مواعيد نهائية، لكن فشل الموعد النهائي أمر مقبول، رغم أنه غير مرغوب فيه. عواقب عدم المواعيد النهائية في هذه المهام هي عادة أداء النظام المتدهور أو الجودة، وليس الإخفاقات الكارثية**

**. تشمل الأمثلة بث الوسائط المتعددة ومؤتمرات الفيديو والألعاب عبر الإنترنت.**

**3. Soft real-time tasks: These tasks have flexible deadlines, and the system can still function acceptably even if deadlines are occasionally missed. However, meeting the deadlines improves the overall quality or performance of the system. Examples include email or message delivery, user interfaces, and some database operations.**

**المهام الميسرة في الوقت الفعلي: لهذه المهام مواعيد نهائية مرنة، ولا يزال بإمكان النظام العمل بشكل مقبول حتى لو فاتته المواعيد النهائية أحيانًا. ومع ذلك، فإن الوفاء بالمواعيد النهائية يحسن الجودة أو الأداء العام للنظام.**

**ومن الأمثلة على ذلك إيصال البريد الإلكتروني أو الرسائل، وواجهات المستخدم، وبعض عمليات قواعد البيانات.**

**4. Mixed real-time tasks: Some systems contain a mix of hard, firm, and soft real-time tasks, with different priority levels assigned to each type of task. An example is a modern smartphone, which must manage multiple applications, services, and user interactions with varying degrees of urgency.**

**المهام المختلطة في الوقت الحقيقي: تحتوي بعض الأنظمة على مزيج من المهام الصعبة والثابتة واللينة في الوقت الفعلي، مع مستويات أولوية مختلفة مخصصة لكل نوع من المهام. مثال على ذلك هو الهاتف الذكي الحديث، والذي يجب أن يدير العديد**

**من التطبيقات والخدمات وتفاعلات المستخدم بدرجات متفاوتة**

**Non-real-time tasks are activities or processes that do not have strict time constraints or deadlines for completion. These tasks can be completed at any time, without any significant consequences if they are not done immediately. Examples of non-real-time tasks include:**

**المهام غير الآنية هي أنشطة أو عمليات ليس لها قيود زمنية أو مواعيد نهائية لإنجازها. ويمكن إنجاز هذه المهام في أي وقت، دون أي عواقب وخيمة إذا لم تتم على الفور. وتشمل أمثلة المهام غير الآنية ما يلي:**

**1. Email correspondence: Responding to emails does not usually require immediate action and can be done at any convenient time.**

**2. Data analysis: Analyzing data for a report or a research project can be performed at a flexible pace, without strict deadlines.**

**3. Software development: Writing and testing code can often be done on a flexible schedule, as long as project deadlines are met.**

**1. مراسلات البريد الإلكتروني: لا يتطلب الرد على رسائل البريد الإلكتروني عادةً اتخاذ إجراء فوري ويمكن القيام به في أي وقت مناسب.**

**2. تحليل البيانات: يمكن إجراء تحليل البيانات للتقرير أو المشروع البحثي بوتيرة مرنة، دون مواعيد نهائية صارمة.**

**3. تطوير البرمجيات: غالبًا ما يتم كتابة الكود واختباره وفقًا لجدول زمني مرن، طالما تم الوفاء بالمواعيد النهائية للمشروع.**

**It is important to note that while these tasks do not have real-time constraints, they may still have deadlines or require timely completion to meet project goals or expectations. Balancing non-real-time tasks with real-time tasks, such as meetings or urgent requests, is an essential skill for effective time management.**

**ومن المهم ملاحظة أنه في حين أن هذه المهام لا تحتوي على قيود في الوقت الحقيقي، فإنها قد لا تزال لديها مواعيد نهائية أو تتطلب إنجازها في الوقت المناسب لتحقيق أهداف المشروع أو توقعاته. ويمثل الموازنة بين المهام غير الآنية والمهام الآنية،**

**مثل الاجتماعات أو الطلبات العاجلة، مهارة أساسية للإدارة الفعالة للوقت.**

**correctness of real time systems depend on :**

**1.the logical correctness of the result**

**2. satisfaction of the corresponding timing constraints**

**تعتمد صحة النظم في الوقت الحقيقي على ما يلي:**

**1. الصواب المنطقي للنتيجة**

**2. الوفاء بقيود التوقيت المقابلة**

**Events in real time systems :**

**In a real-time system, events can be categorized into two main types: simulated events and response events. These events are crucial for a system to function effectively, and they help in coordinating different components within the system.**

**في نظام الوقت الفعلي، يمكن تصنيف الأحداث إلى نوعين رئيسيين: أحداث محاكاة وأحداث الاستجابة. هذه الأحداث حاسمة بالنسبة للنظام ليعمل بفعالية، وهي تساعد في تنسيق العناصر المختلفة داخل النظام. دعونا نستكشف كل نوع من الأحداث ونقدم أمثلة لفهم أفضل.**

**1. Simulated events: These events are generated by the real-time system itself to mimic real-world scenarios or to test the system's ability to handle specific situations. Simulated events can be used during the development and testing phases of the system to ensure it can handle real-world scenarios and achieve desired performance.**

**1. أحداث المحاكاة: يتم إنشاء هذه الأحداث بواسطة نظام الوقت الحقيقي نفسه لتقليد سيناريوهات العالم الحقيقي أو لاختبار قدرة النظام على التعامل مع مواقف معينة. يمكن استخدام أحداث المحاكاة أثناء مراحل تطوير واختبار النظام لضمان قدرته على التعامل مع سيناريوهات العالم الحقيقي وتحقيق الأداء المطلوب.**

**Example: In an air traffic control simulation, the real-time system may generate simulated events such as planes taking off, landing, or following specific routes to test the system's ability to manage and coordinate multiple aircraft simultaneously.**

**مثال: في محاكاة مراقبة الحركة الجوية، قد يولد النظام في الوقت الحقيقي أحداثًا محاكاة مثل إقلاع الطائرات أو الهبوط أو اتباع مسارات محددة لاختبار قدرة النظام على إدارة وتنسيق طائرات متعددة في وقت واحد.**

**2. Response events: These events are triggered by external inputs or changes in the system's environment, which require the real-time system to respond and take appropriate actions. Response events are critical for ensuring that the system reacts in a timely and accurate manner to any changes or disruptions.**

**2. أحداث الاستجابة: تنجم هذه الأحداث عن المدخلات الخارجية أو التغيرات في بيئة النظام، والتي تتطلب من النظام الحقيقي الاستجابة واتخاذ الإجراءات المناسبة. تعتبر أحداث الاستجابة حاسمة لضمان تفاعل النظام في الوقت المناسب وبطريقة دقيقة مع أي تغييرات أو اضطرابات.**

**Example: In a factory automation system, if a sensor detects that a conveyor belt is moving too slowly, it generates a response event. The real-time system processes this event and takes appropriate action, such as increasing the conveyor belt's speed or notifying an operator to investigate the issue.**

**مثال: في نظام أتمتة المصنع، إذا اكتشف جهاز استشعار أن الحزام الناقل يتحرك ببطء شديد، فإنه يولد حدث استجابة. يعالج النظام في الوقت الفعلي هذا الحدث ويتخذ الإجراء المناسب، مثل زيادة سرعة الحزام الناقل أو إخطار المشغل للتحقيق في المشكلة.**

**In both cases, the real-time system plays a crucial role in processing the events and taking the necessary actions to maintain optimal performance and ensure the system's goals are met.**

**وفي كلتا الحالتين، يؤدي النظام الحقيقي دورا حاسما في تجهيز الأحداث واتخاذ الإجراءات اللازمة للحفاظ على الأداء الأمثل وضمان تحقيق أهداف النظام.**

**Classification of Timing Constraints :**

**Timing constraints associated with the real-time system is classified to identify the different types of timing constraints in a real-time system. Timing constraints are broadly classified into two categories:**

**.**

**تصنيف قيود التوقيت:**

**وتصنف قيود التوقيت المرتبطة بنظام الوقت الحقيقي لتحديد مختلف أنواع قيود التوقيت إلى فئتين:**

**1. Performance Constraints :**

**The constraints imposed on the response of the system is known as Performance Constraints. This basically describes the overall performance of the system. This shows how quickly and accurately the system is responding. It ensures that the real-time system performs satisfactorily.**

**1. قيود الأداء:**

**تُعرف القيود المفروضة على استجابة النظام باسم قيود الأداء. يصف بشكل أساسي الأداء العام للنظام. يوضح مدى سرعة ودقة استجابة النظام. وهو يضمن أداء النظام الحقيقي بصورة مرضية.**

**2. Behavioral Constraint :**

**The constraints imposed on the stimuli generated by the environment is known as Behavioral Constraints. This basically describes the behavior of the environment. It ensures that the environment of a system is well behaved .**

**2. القيود السلوكية:**

**تُعرف القيود المفروضة على المحفزات الناتجة عن البيئة باسم القيود السلوكية. يصف بشكل أساسي سلوك البيئة. ويضمن حسن سلوك بيئة النظام.**

**The both performance and behavioral constraints are classified into three categories: Delay Constraint, Deadline Constraint, and Duration Constraint.**

**يتم تصنيف كل من قيود الأداء والسلوك إلى ثلاث فئات: قيد التأخير، وقيد الموعد النهائي، وقيد المدة.**

**Delay Constraint –**

**A delay constraint describes the minimum time interval between occurrence of two consecutive events in the real-time system. If an event occurs before the delay constraint, then it is called a delay violation. The time interval between occurrence of two events should be greater than or equal to delay constraint.**

**If D is the actual time interval between occurrence of two events and d is the delay constraint, then**

**D >= d**

**قيد التأخير -**

**يصف قيد التأخير الحد الأدنى من الفاصل الزمني بين حدوث حدثين متتاليين في نظام الوقت الحقيقي. إذا حدث حدث قبل قيد التأخير، فإنه يسمى انتهاك التأخير. يجب أن تكون الفترة الزمنية بين حدوث حدثين أكبر من أو تساوي قيد التأخير.**

**إذا كان D هو الفاصل الزمني الفعلي بين حدوث حدثين و d هو قيد التأخير، ثم**

**D > = d**

**Deadline Constraint –**

**A deadline constraint describes the maximum time interval between occurrence of two consecutive events in the real-time system. If an event occurs after the deadline constraint, then the result of event is considered incorrect. The time interval between occurrence of two events should be less than or equal to deadline constraint.**

**If D is the actual time interval between occurrence of two events and d is the deadline constraint, then**

**D <= d**

**قيد الموعد النهائي -**

**يصف قيد الموعد النهائي الفترة الزمنية القصوى بين حدوث حدثين متتاليين في نظام الوقت الحقيقي. إذا حدث حدث بعد تقييد الموعد النهائي، فإن نتيجة الحدث تعتبر غير صحيحة. يجب أن تكون الفترة الزمنية بين حدوث حدثين أقل من أو مساوية لتقييد الموعد النهائي.**

**إذا كان D هو الفاصل الزمني الفعلي بين حدوث حدثين و d هو قيد الموعد النهائي فانه**

**D <= d**

**قيد المدة -**

**يصف تقييد المدة مدة الحدث في نظام الوقت الحقيقي. يصف الحد الأدنى والحد الأقصى للفترة الزمنية للحدث. على هذا الأساس يتم تصنيفها إلى نوعين:**

**الحد الأدنى للمدة: يصف أنه بعد بدء حدث ما، لا يمكن أن يتوقف قبل حد أدنى معين من المدة.**

**الحد الأقصى للمدة: يصف أنه بعد بدء الحدث، يجب أن ينتهي قبل انقضاء مدة قصوى معينة.**

**Examples of Different Types of Timing Constraints**

**We illustrate the different classes of timing constraints by using the examples discussed in. A schematic diagram of a telephone system is given in Figure**

**Note that I have intentionally drawn an old styled telephone, because its operation is easier to understand! Here, the telephone handset and the Public Switched Telephone Network(PSTN) are considered as constituting the computer system and the users as forming the environment. IN the following, we give a few simple example operations of the telephone system to illustrate the different types of timing constraints.**

**Deadline constraints: In the following, we discuss four different types of deadline constraints that may be identified in a real-time system depending on whether the two events involved in a deadline constraint are stimulus type or response type.**

**Stimulus–Stimulus (SS): In this case, the deadline is defined between two stimuli. This is a behavioral constraint, since the constraint is imposed on the second event which is a stimulus. An example of an SS type of deadline constraint is the following:**

**Once a user completes dialing a digit, he must dial the next digit within the next 5 seconds; otherwise an idle tone is produced.**

**In this example, the dialing two consecutive digits represent the two stimuli to the telephone system.**

**Stimulus–Response (SR): In this case, the deadline is defined on the response event, measured from the occurrence of the corresponding stimulus event. This is a performance constraint, since the constraint is imposed on a response event. An example of an SR type of deadline constraint is the following:**

**Once the receiver of the hand set is lifted, the dial tone must be produced by the system within 2 seconds, otherwise a beeping sound is produced until t he handset is replaced. In this example, the lifting of the receiver hand set represents a stimulus to the telephone system and production of the dial tone is the response.**

**أمثلة على أنواع مختلفة من قيود التوقيت**

**نوضح مختلف فئات قيود التوقيت باستخدام الأمثلة التي تمت مناقشتها في. ويرد في الشكل مخطط تخطيطي لنظام الهاتف**

**لاحظ أنني قمت عن قصد برسم هاتف قديم الطراز، لأن تشغيله أسهل في الفهم! هنا، يعتبر الهاتف وشبكة الهاتف العامة المحولة (PSTN) مكونين لنظام الكمبيوتر والمستخدمين على أنهم يشكلون البيئة. في ما يلي، نقدم بعض الأمثلة البسيطة لعمليات نظام الهاتف لتوضيح الأنواع المختلفة من قيود التوقيت.**

**قيود الموعد النهائي: في ما يلي، نناقش أربعة أنواع مختلفة من قيود الموعد النهائي التي يمكن تحديدها في نظام الوقت الفعلي اعتمادًا على ما إذا كان الحدثان المتعلقان بقيود الموعد النهائي من نوع التحفيز أو نوع الاستجابة.**

**التحفيز (SS): في هذه الحالة، يتم تحديد الموعد النهائي بين محفزين. هذا قيد سلوكي، حيث يتم فرض القيد على الحدث الثاني وهو محفز. ومن الأمثلة على قيود الموعد النهائي من نوع SS ما يلي:**

**بمجرد أن يكمل المستخدم الاتصال برقم ما، يجب عليه الاتصال بالرقم التالي خلال الـ 5 ثوانٍ التالية ؛ وإلا يتم إنتاج نغمة خاملة.**

**في هذا المثال، يمثل الاتصال رقمين متتاليين المنبهين لنظام الهاتف.**

**الاستجابة التحفيزية (SR): في هذه الحالة، يتم تحديد الموعد النهائي لحدث الاستجابة، مقاسًا من حدوث حدث التحفيز المقابل. هذا قيد على الأداء، حيث يتم فرض القيد على حدث الاستجابة. ومن الأمثلة على قيود الموعد النهائي من النوع SR ما يلي:**

**بمجرد رفع جهاز استقبال المجموعة اليدوية، يجب إنتاج نغمة الاتصال بواسطة system**

**في غضون 2 ثانية، وإلا يتم إنتاج صوت صفير حتى يتم استبدال t. في هذا المثال، يمثل رفع مجموعة يد المتلقي حافزًا لنظام الهاتف وإنتاج نغمة الاتصال هو الاستجابة**

**Response–Stimulus (RS): Here the deadline is on the production of response counted from the corresponding stimulus. This is a behavioral constraint, since the constraint is imposed on the stimulus event. An example of an RS type of deadline constraint is the following:**

**Once the dial tone appears, the first digit must be dialed within 30 seconds, otherwise the system enters an idle state and an idle tone is produced**

**Response–Response (RR): An RR type of deadline constraint is defined on two response events. In this case, once the first response event occurs, the second response event must occur before a certain deadline. This is a performance constraint, since the timing constraint has been defined on a response event. An example of an RR type of deadline constraint is the following:**

**Once the ring tone is given to the callee, the corresponding ring back tone must be**

**given to the caller within two seconds, otherwise the call is terminated.**

**Here ring back tone and the corresponding ring tone are the two response events.**

**محفز الاستجابة (RS): هنا الموعد النهائي هو إنتاج الاستجابة المحسوبة من التحفيز المقابل. هذا قيد سلوكي، حيث يتم فرض القيد على حدث التحفيز. من الأمثلة على نوع RS من قيود الموعد النهائي ما يلي:**

**بمجرد ظهور نغمة الاتصال، يجب الاتصال بالرقم الأول في غضون 30 ثانية، وإلا فإن النظام يدخل حالة الخمول ويتم إنتاج نغمة خاملة**

**الاستجابة والاستجابة (RR): يتم تحديد نوع RR من قيود الموعد النهائي في حدثين للاستجابة. في هذه الحالة، بمجرد حدوث حدث الاستجابة الأول، يجب أن يحدث حدث الاستجابة الثاني قبل موعد نهائي معين. هذا هو قيد الأداء، حيث تم تحديد قيود التوقيت في حدث الاستجابة. ومن الأمثلة على قيود الموعد النهائي من نوع RR ما يلي:**

**بمجرد إعطاء نغمة الحلقة للكالي، يجب أن تكون نغمة الحلقة الخلفية المقابلة**

**أعطيت للمتصل في غضون ثانيتين، وإلا تم إنهاء المكالمة.**

**هنا نغمة الرنين ونبرة الحلقة المقابلة هما حدثا الاستجابة.**

**Delay Constraints: We can identify only one type of delay constraint (SS type) in the**

**telephone system example that we are considering. However, in other problems it may be possible to identify different types of delay constraints. An SS type of a delay constraint is a behavioral constraint. An example of an SS type of delay constraint is the following:**

**Once a digit is dialled, the next digit should be dialled after at least 1 second.**

**Otherwise, a beeping sound is produced until the call initiator replaces the handset.**

**Here the delay constraint is defined on the event of dialling of the next digit (stimulus) after a digit is dialed (also a stimulus).**

**Duration Constraint: A duration constraint on an event specifies the time interval over which the event acts. An example of a duration constraint is the following:**

**If you press the button of the handset for less than 15 seconds, it connects to the local operator.**

**If you press the button for any duration lasting between 15 to 30 seconds, it connects to the international operator. If you keep the button pressed for more than**

**30. seconds, then on releasing it would produce the dial tone.**

**قيود التأخير: يمكننا تحديد نوع واحد فقط من قيود التأخير (نوع SS) في**

**مثال على نظام الهاتف الذي ننظر فيه. ومع ذلك، قد يكون من الممكن في مشاكل أخرى تحديد أنواع مختلفة من قيود التأخير. نوع SS من قيود التأخير هو قيد سلوكي. ومن الأمثلة على قيود التأخير من نوع SS ما يلي:**

**بمجرد الاتصال برقم ما، يجب الاتصال بالرقم التالي بعد ثانية 1 على الأقل.**

**خلاف ذلك، يتم إنتاج صوت صفير حتى يحل مبادر المكالمة محل الهاتف.**

**هنا يتم تعريف قيد التأخير في حالة الاتصال بالرقم التالي (التحفيز) بعد الاتصال برقم (أيضًا محفز).**

**قيد المدة: يحدد قيد المدة على الحدث الفترة الزمنية التي يعمل خلالها الحدث. ومن أمثلة القيود المفروضة على المدة ما يلي:**

**إذا ضغطت على زر الهاتف لمدة تقل عن 15 ثانية، فإنه يتصل بالمشغل المحلي.**

**إذا ضغطت على الزر لأي مدة تستمر بين 15 إلى 30 ثانية، فإنه يتصل بالمشغل الدولي. إذا احتفظت بالزر المضغوط لأكثر من**

**30 ثانية، ثم عند إطلاقه سينتج نغمة الاتصال.**