

Embedded System

Embedded system एक dedicated computer सिस्टम है जिसे सिर्फ एक विशिष्ट task (कार्य) को करने के लिए डिज़ाइन किया गया होता है। एक एम्बेडेड सिस्टम सॉफ्टवेयर तथा हार्डवेयर का एक combination (संयोजन) होता है।

जैसे ही इसके नाम से पता लग रहा है, embedded का अर्थ है कि कोई एक चीज किसी दूसरी चीज से जुड़ी हुई है। तो इस प्रकार हम कह सकते हैं कि embedded system एक कंप्यूटर हार्डवेयर सिस्टम है जिसमें software जुड़ा हुआ है।

एम्बेडेड सिस्टम एक independent system हो सकता है या फिर यह एक बहुत बड़े system का हिस्सा हो सकता है।

एक एम्बेडेड सिस्टम microcontroller या [microprocessor](#) पर आधारित सिस्टम होता है और इसे किसी विशेष task (कार्य) को करने के लिए design किया जाता है। **उदाहरण के लिए:-** एक fire alarm system एक एम्बेडेड सिस्टम है जो केवल smoke (धुँ) को ही sense कर सकता है।

एक embedded system के तीन components होते हैं:-

- 1. Hardwar:-** एम्बेडेड सिस्टम का हार्डवेयर माइक्रोकंट्रोलर पर आधारित होता है। यह एक छोटी चिप होती है, जो ठीक (Central Processing Unit) की तरह काम करती है। इसमें इनपुट तथा आउटपुट Devices, मेमोरी, प्रोसेसर इत्यादि सम्मिलित होते हैं।
- 2. Software Application:-** सॉफ्टवेयर एप्लीकेशन एम्बेडेड सिस्टम का एक अहम हिस्सा है, इसे Firmware भी कहा जाता है। एम्बेडेड सॉफ्टवेयर एप्लीकेशन को Non-Pc Devices में किसी खास Function को Perform करने के लिए Write किया जाता है।
- 3. RTOS:-** RTOS का Full Form है (Real Time Operating System) यह एम्बेडेड सिस्टम का एक महत्वपूर्ण हिस्सा है, जिसका कार्य एम्बेडेड सिस्टम Working की देख-रेख करना है। यह हार्डवेयर तथा सॉफ्टवेयर एप्लीकेशन के बीच Interface का काम करता है। RTOS एक प्रकार का ऑपरेटिंग सिस्टम है, जो टास्क की High Priority के अनुसार उनका Execution करता है। यह सेंट्रल प्रोसेसिंग यूनिट की टाइमिंग को Efficiently मैनेज करता है, और इसके द्वारा Multiple Tasks को Concurrently रन किया जा सकता है।

Characteristics of Embedded System – एम्बेडेड सिस्टम की विशेषताएं

1:- Single-functioned (केवल एक कार्य) - यह सिस्टम आमतौर पर एक ही विशेष कार्य करता है और उस कार्य को बार-बार करता है। **उदाहरण के लिए:-** एक pager हमेशा पेजर की तरह कार्य करेगा.

2:- Reactive और Real time— बहुत सारें एम्बेडेड सिस्टम को सिस्टम के environment में changes (बदलाव) होने पर लगातार react करना चाहिए और किसी भी देरी के बिना real time में results को compute करना चाहिए।

उदाहरण के लिए हम car cruise controller को लेते हैं; यह लगातार speed और break sensor की निगरानी करता है और react (प्रतिक्रिया) करता है। इसे सीमित समय के भीतर बार-बार acceleration या de-acceleration को compute करना चाहिए। अगर compute करने में देरी हो जाती है तो car का control फेल हो सकता है.

3:- Microprocessors based (माइक्रोप्रोसेसर पर आधारित) - ये माइक्रोप्रोसेसर या माइक्रोकंट्रोलर पर आधारित होने चाहिए।

4:- Memory – इसमें एक मेमोरी होनी चाहिए, क्योंकि इसका सॉफ्टवेयर आमतौर पर [ROM](#) में embed रहता है। इसे कंप्यूटर में किसी भी secondary memory की जरूरत नहीं होती है।

5:- Connected (जुड़ना) - इसमें इनपुट और आउटपुट डिवाइस को कनेक्ट करने के लिए connected [peripheral](#) होना चाहिए।

6:- हार्डवेयर-सॉफ्टवेर सिस्टम - सॉफ्टवेयर का उपयोग अधिक features और flexibility के लिए किया जाता है तथा हार्डवेयर का उपयोग performance और security के लिए किया जाता है।

7:- इनके पास बहुत ही कम या कोई user interface (UI) नहीं होता है। एक पूरी तरह से automatic वाशिंग मशीन अपने आप ही काम करती है जब उसे set कर दिया जाता है. और कार्य समाप्त होने के बाद अपने आप बंद हो जाती है।

8:- ज्यादातर embedded system छोटे आकार के होते हैं, कम power के साथ काम कर सकते हैं और बहुत महंगे नहीं होते हैं।

9:- एंबेडेड सिस्टम को users के द्वारा change या upgrade नहीं किया जा सकता है। इसलिए ये reliable और stable होने चाहिए. और ये बिना किसी कठिनाई के लंबे समय तक कार्य करते रहने चाहिए। जिससे कि users को कोई मुश्किल ना आये.

advantage of embedded एम्बेडेड सिस्टम के फायदे

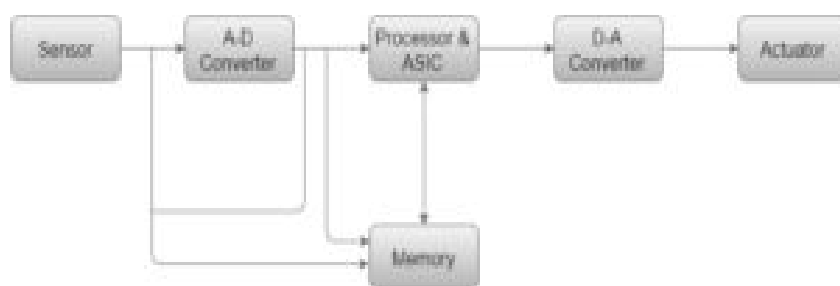
1. इसे आसानी से customize किया जा सकता है.
2. यह बहुत ही कम power को consume करता है.
3. इसका मूल्य (cost) बहुत ही कम होता है.
4. इसकी performance बहुत ही अच्छी होती है.
5. ये systems बहुत ही ज्यादा stable तथा reliable होते हैं.
6. एम्बेडेड सिस्टम size में बहुत ही छोटे होते हैं, इसलिए इन्हें कहीं भी ले जाया और लोड किया जा सकता है।
7. ये बहुत ही fast होते हैं.
8. ये product की quality को बेहतर बनाते हैं.

एम्बेडेड सिस्टम के नुकसान

1. एक बार इन्हें configure करने के बाद बदला नहीं जा सकता है और इन्हें users खुद से upgrade या change नहीं कर सकते.
2. इन्हें maintain करना बहुत ही मुश्किल होता है और इन systems की files का backup लेना भी कठिन होता है.
3. इन systems के लिए troubleshooting बहुत difficult है. एक system से दूसरे system में data को ट्रान्सफर करना भी कठिन कार्य है.
4. चूँकि ये केवल एक विशेष कार्य के लिए design किये जाते हैं इसलिए इनका हार्डवेयर सिमित होता है.

structure of embedded system – एम्बेडेड सिस्टम की संरचना

नीचे चित्र में इसका बेसिक structure दिया गया है:-



Sensor (सेंसर):- यह physical quantity को मापता है और इसे electrical signal में बदल देता है. इस electrical signal को observer के द्वारा या electrical यंत्र जैसे:- A2D Converter के द्वारा read किया जाता है. एक sensor मापी गयी quantity को memory में स्टोर करता है.

A-D Converter:- एक [analog to digital converter](#) सेंसर के द्वारा भेजी गयी analog signal को digital signal में बदल देता है.

Processor & ASICs:- प्रोसेसर, output को मापने के लिए data को प्रोसेस करता है तथा इसे memory में स्टोर करता है.

D-A Converter:- एक [digital to analog converter](#) डिजिटल डेटा को एनालॉग डेटा में परिवर्तित करता है।

Actuator:- एक Actuator जो है वह D-A कन्वर्टर द्वारा दिए गए आउटपुट की actual (वास्तविक) आउटपुट से तुलना करता है।

applications of embedded system- एम्बेडेड के अनुप्रयोग

इनका प्रयोग निम्नलिखित real life जगहों पर किया जाता है:-

Consumer electronics – टेलीविजन, डिजिटल कैमरा, computer printers, विडियो गेम कंसोल, तथा PS4 आदि में इनका use किया जाता है.

Household appliance में - रेफ्रिजरेटर; वॉशिंग मशीन, माइक्रोवेव ओवन, एयर कंडीशनर आदि में.

Medical Equipment में - scanners जैसे:- MRI, CT स्कैन के लिए; ECG मशीन- रक्तचाप और दिल की धड़कन की निगरानी के लिए उपकरण।

ऑटोमोबाइल में- ईंधन इंजेक्शन प्रणाली, एंटी-लॉक ब्रेकिंग सिस्टम, संगीत और मनोरंजन प्रणाली, एयर-कंडीशनर को नियंत्रित करने आदि में इनका प्रयोग किया जाता है.

industry में - असेंबली लाइन्स, फीडबैक के लिए, डेटा कलेक्शन के लिए इन सिस्टम का use किया जाता है।

Aerospace में:- navigation, GPS आदि में.

communication में:- [routers](#), satellite में इनका प्रयोग होता है.

Operating System in Embedded system:

एम्बेडेड ऑपरेटिंग सिस्टम एक विशेष प्रकार का ऑपरेटिंग सिस्टम (OS) है जिसे किसी ऐसे डिवाइस, जो कंप्यूटर नहीं है के लिए एक विशिष्ट कार्य करने के लिए डिज़ाइन किया गया है। एक एम्बेडेड OS का मुख्य काम उस कोड को चलाना है जो डिवाइस को अपना काम करने की अनुमति देता है। एम्बेडेड OS डिवाइस के हार्डवेयर को OS में चल रहे सॉफ्टवेयर के लिए भी सुलभ बनाता है।

एक एम्बेडेड ओएस अक्सर एक एम्बेडेड सिस्टम के भीतर काम करता है। एक एम्बेडेड सिस्टम एक कंप्यूटर है जो एक मशीन का समर्थन करता है। यह बड़ी मशीनों जैसे की कारों में कंप्यूटर सिस्टम, ट्रैफिक लाइट, डिजिटल टीवी, एटीएम, हवाई जहाज नियंत्रण, बिक्री के बिंदु (पीओएस) टर्मिनल, डिजिटल कैमरा, जीपीएस नेविगेशन सिस्टम, लिफ्ट और स्मार्ट मीटर आदि में एक विशेष काम करता है।

एम्बेडेड सिस्टम वाले उपकरणों के नेटवर्क से मिलकर इंटरनेट ऑफ थिंग्स (IoT) बनाता है। एम्बेडेड सिस्टम IoT उपकरणों के अंदर बुनियादी संचालन करते हैं, जैसे कि मानव संपर्क के बिना नेटवर्क पर डेटा स्थानांतरित करना।

एक एम्बेडेड ओएस एक एम्बेडेड डिवाइस को एक बड़े सिस्टम के भीतर अपना काम करने में सक्षम बनाता है। यह एक विशिष्ट कार्य करने के लिए एम्बेडेड सिस्टम के हार्डवेयर के साथ संचार करता है। उदाहरण के लिए, एक लिफ्ट में एक एम्बेडेड सिस्टम हो सकता है, जैसे कि माइक्रोप्रोसेसर या माइक्रोकंट्रोलर, जो यह समझने देता है कि यात्री कौन से बटन दबा रहा है। उस सिस्टम पर चलने वाला एम्बेडेड सॉफ्टवेयर एम्बेडेड ओएस है।

Types of embedded OS एम्बेडेड OS के प्रकार:

Multitasking operating system : एक मल्टीटास्किंग ओएस एक साथ कई काम कर सकता है। यह बुनियादी कार्यों को करने के लिए जॉब शेड्यूलिंग का उपयोग करता है। उदाहरण के लिए, एक सेलफोन ओएस कई कार्यों के बीच सीपीयू संसाधनों को विभाजित करता है।

Real-time operating system : एक रीयल-टाइम OS को प्रतिक्रियाशील होने के लिए डिज़ाइन किया गया है। यह इनपुट प्राप्त होने पर संसाधित करता है और

एक विशिष्ट समय सीमा के भीतर प्रतिक्रिया करता है। यदि प्रतिक्रिया समय निर्दिष्ट समय अवधि के बाहर आता है, तो सिस्टम विफल हो सकता है। रीयल-टाइम OS कभी-कभी रेट मोनोटोनिक शेड्यूलिंग का उपयोग करते हैं, जो कार्यों को प्राथमिकता देता है।

Single loop control system: इस प्रकार का एम्बेडेड OS एकल चर पर नियंत्रण रखता है। उदाहरण के लिए स्मार्ट घर में तापमान नियंत्रण करना। एक स्मार्ट थर्मोस्टेट घर में तापमान को मापता है और यदि यह उपयोगकर्ता द्वारा निर्धारित सीमा से अधिक हो जाता है, तो गर्मी बंद कर देता है।

Characteristics of Real Time Operating System: एक रीयल-टाइम ऑपरेटिंग सिस्टम (RTOS) कंप्यूटर में उपयोग किया जाने वाला एक विशेष-उद्देश्य वाला ऑपरेटिंग सिस्टम है जिसमें किसी भी कार्य को करने के लिए समय सीमा निर्धारित रहता है। यह ज्यादातर उन प्रणालियों में नियोजित होता है जिनमें गणना के परिणामों का उपयोग किसी प्रक्रिया को क्रियान्वित करते समय प्रभावित करने के लिए किया जाता है। जब भी कंप्यूटर के बाहर कोई घटना होती है, तो घटना की निगरानी के लिए उपयोग किए जाने वाले कुछ सेंसर की मदद से कंप्यूटर को इसकी सूचना दी जाती है। सेंसर द्वारा भेजा गया सिग्नल ऑपरेटिंग सिस्टम में इंटरप्ट की तरह काम करता है। एक इंटरप्ट प्राप्त होने पर, ऑपरेटिंग सिस्टम इंटरप्ट की सेवा के लिए एक विशिष्ट प्रक्रिया या प्रक्रियाओं के एक सेट को आमंत्रित करता है।

यह प्रक्रिया पूरी तरह से अबाधित है जब तक कि इसके निष्पादन के दौरान उच्च प्राथमिकता वाली बाधा उत्पन्न न हो। इसलिए, व्यवधानों (इंटरप्ट) के बीच प्राथमिकता का एक सख्त पदानुक्रम होना चाहिए। उच्चतम प्राथमिकता वाले इंटरप्ट को प्रक्रिया शुरू करने की अनुमति दी जानी चाहिए, जबकि कम प्राथमिकता वाले इंटरप्ट को एक बफर में रखा जाना चाहिए जिसे बाद में संभाला जाएगा। ऐसे ऑपरेटिंग सिस्टम में इंटरप्ट मैनेजमेंट महत्वपूर्ण है।

रीयल-टाइम ऑपरेटिंग सिस्टम विशेष-उद्देश्य वाले ऑपरेटिंग सिस्टम को नियोजित करते हैं क्योंकि पारंपरिक ऑपरेटिंग सिस्टम ऐसा प्रदर्शन प्रदान नहीं करते हैं।

