



## شماره تکلیف: ۱

## سوال ۱.

تعریف سیستم نهفته: سیستم نهفته یا Embedded System یا Cyber-Physical System به سیستمی گفته می شود که مبتنی بر پردازنده بوده و برای انجام و کنترل راحت تر عملیات خاصی بر روی یک سیستم بزرگتر یا یک کاربرد قرار می گیرد. این سیستم ها برای انجام یک کار خاص (سیستم اختصاصی – Dedicated System) و در تعامل دائمی با محیط پیرامون (سیستم واکنش پذیر – Reactive System) طراحی می شوند.

کاربرد: برای آوردن مثال هایی از کاربرد های سیستم های نهفته، ابتدا سیستم های نهفته را بر اساس کارایی به ۴ دسته کلی زیر تقسیم کرده و سپس از هر دسته مثالی ذکر می کنیم:

- بی درنگ یا Real-Time: (وابستگی صحت عملکرد به زمان تولید نتایج) مانند سیستم پخش آنلاین فیلم (Soft) و کنترل پرواز پهپاد (Hard)

- متکی بر خود یا Stand-Alone: (عدم وابستگی سیستم به host) مانند ماشین ظرف شویی

- دارای شبکه یا Networked: (با اتصالات سیمی و بی سیم برای آماده کردن نتیجه برای سیستم های متصل) مانند دستگاه خودپرداز

- سیار یا Mobile: (سیستم های کوچک و ساده با حافظه کم که قابل حمل هستند) مانند دوربین دیجیتال



## سوال ۲.

- انفجار شاتل فضایی Challenger (Space Shuttle Challenger) (منبع فارسی))

در دهمین سفر به فضا و در تاریخ ۲۸ January سال ۱۹۸۶، این فضاپیما پس از ۷۲ ثانیه بلند شدن از زمین، منفجر شد و جان ۷ خدمه خود ( Dick Scobee و Judith Resnik و Michael J. Smith و Ellison Onizuka و Ronald McNair و Christa McAuliffe و Gregory Jarvis) را گرفت.

علت حادثه توسط کمیسیون راجرز، طراحی نامناسب Solid Rocket Booster (موشک سوخت جامد کمکی) معرفی شد. اتصالات بکار رفته در طراحی O-Ring در موشک های دیگر به درستی کار کرده بود اما به دلیل هوای بسیار سرد در روز پرواز، قادر به آب بندی کامل این اتصالات نبوده و باعث نشت گاز های موشک سوخت جامد شده که باعث انفجار مخازن سوخت مایع شدند. مهندسانی از جمله ریچارد فاینمن درباره خطر نشت به ناسا هشدار داده بودند اما به علت فشار عقب افتادگی برنامه ها، این اختار ها توسط ناسا نادیده گرفته شد که باعث از دست رفتن جان ۷ نفر شد.

- غرق شدن کشتی Erika (MV Erika)

در تاریخ ۱۳ December سال ۱۹۹۹، کشتی اریکا که در سال ۱۹۷۵ ساخته شده بود، در ۷۰ کیلومتری فرانسه و در خلیج بیسکای به طوفان عظیمی برخورد که در نتیجه کشتی به دو قسمت شکسته شد و غرق شد و باعث پخش شدن ۱۳۰۰۰ تن HFO (نفت کوره) در دریا شد. در نتیجه این غرق شدن، پذیرفتن گردشگران، ماهیگیری و داد و ستد محصولات دریایی ممنوع شد.

علت حادثه زنگ زدگی که از سال ۱۹۹۴ تشخیص داده شده بود شناخته شد. همچنین کشتی دارای مشکلات سیستم گازی که در نتیجه باعث انفجار آن شد، نیز بود.



### سوال ۳.

Analog to Digital Converter :ADC

Digital to Analog Converter :DAC

به طور کلی می توان سیستم های نهفته را به بخش های آنالوگ و دیجیتال (و نرم افزار) تقسیم کرد. از آنجایی که سیستم های نهفته همواره با محیط بیرون که محیط آنالوگ است در تعامل است، باید بتواند از آن تاثیر گرفته و روی آن تاثیر بگذارد اما داده های آنالوگ برای پردازنده ها که جزو اجزای دیجیتال سیستم هستند، قابل استفاده نیستند و باید بتوانیم این داده های آنالوگ را از محیط گرفته (توسط سنسور ها) و به داده های دیجیتال تبدیل کنیم (ADC) و پس از پردازش های لازم، بار دیگر نتایج دیجیتال خود را به آنالوگ تبدیل کنیم (DAC) تا بتوانیم روی محیط تاثیر بگذاریم (توسط Actuator ها).



شماره تکلیف: ۱

سوال ۴.

کاربرد انتخابی: سیستم نهفته کنترل ربات جراح پزشکی با قابلیت ارسال آنلاین تصاویر برای پزشک جراح راه دور با توجه به اهمیت بسیار بالای Real-Time بودن این سیستم ها (ارجحیت بر همه معیار های دیگر مثل انرژی و هزینه) از سری Cortex-R استفاده می کنیم چراکه این پردازنده ها با اینکه نسبت به سری Cortex-A سرعت پایین تری دارند ولی Real-Time بوده و قابلیت اطمینان بسیار بالایی دارند.



شماره تکلیف: ۱

سوال ۵.

کاربرد انتخابی: سیستم نهفته کنترل ربات جراح پزشکی با قابلیت ارسال آنلاین تصاویر برای پزشک جراح راه دور به دلیل اهمیت بالای Real-Time بودن و برای حفظ اولویت حرکت دست روبات و همچنین استفاده از منابع مشترک مانند علائم هوشیاری بیمار یا پردازش تصویر دریافتی و ارسال آنلاین، استفاده از Operating System حس می شود.

با توجه به اینکه در سری Cortex-R بر خلاف سری Cortex-A از سیستم عامل های پیچیده مانند Android یا IOS پشتیبانی نمی شود، پس انتخاب بین FreeRTOS و  $\mu C/OS$  خواهد بود.

از آنجایی که  $\mu C/OS$  برای سیستم هایی که پیچیده تر هستند و Real-Time بودن در آنها بسیار مهم است مناسب تر است، انتخاب این سیستم عامل خواهد بود.



## شماره تکلیف: ۱

## سوال ۶.

کاربرد انتخابی: سیستم نهفته کنترل ربات جراح پزشکی با قابلیت ارسال آنلاین تصاویر برای پزشک جراح راه دور

- **SIMD**: دستورات Single Instruction Multiple Data به ما اجازه اجرای یک عملیات روی چندین داده را به صورت همزمان می دهد. این دستورات برای زمانی که داده های بسیار زیادی داریم باعث استفاده کمتر از حافظه و هزینه و انرژی کمتر می شود و در کاربرد ما، برای عملیات روی داده های دریافتی از تصاویر و پردازش آنها مناسب است. (Cortex-R52 و Cortex-R52+ و Cortex-R82)

- پشتیبانی از دستورات رمز گذاری AES: این رمز گذاری باعث عدم دسترسی افراد غیرمجاز به کد ها شده که باعث حفظ امنیت بهتر از تغییر کد ها توسط افراد غیر مجاز و جلوگیری از شکست سیستم می شود.

- **NVIC**: قابلیت Nested Vector Interrupt Control برای قطع کردن سریعتر و بهینه تر یک تسک به منظور انجام تسک با اولویت بهتر استفاده می شود که هماهنگی بین کار ها را بهتر میکند و در سیستم ما به علت اهمیت بسیار بالای حرکت دست جراح و قطع کردن تسک های دیگر به منظور انجام این تسک، استفاده از این قابلیت کوثر خواهد بود.

- **Timer/Counter**: با استفاده از این ویژگی ها می توان علائم حیاتی بیمار و میزان خون از دست رفته و ضربان قلب و هوشیاری بیمار را ذخیره و پردازش نمود.

- **MPU**: قابلیت MPU یا Memory Protection Unit که ورژن کوچکتر شده MMU است، به عملیات های مختلف اجازه دستکاری حافظه را نمی دهد و جلوی آنها را از خراب شدن مموری می گیرد. این قابلیت همچنین از تاثیر باگ و پخش شدن آن روی بقیه تسک ها جلوگیری می کند که با توجه به اهمیت بالای بعضی از تسک ها این قابلیت به ما کمک می کند که تسک های با اولویت بالاتر توسط مشکلات تسک های با اولویت پایین تر تحت تاثیر قرار نگیرند. (Cortex-R4 و Cortex-R5 و Cortex-R7+ و Cortex-R8 و Cortex-R52 و Cortex-R82+ و Cortex-R52+ (هم MPU و هم MMU))

منبع: [Document شرکت ARM برای پردازنده های سری Cortex-R](#)