



# تمرین سری ۶

درس مبانی سیستم‌های بی درنگ نهفته  
نیم سال دوم ۱۴۰۱-۱۴۰۲

	$C_i$	$T_i$
$\tau_1$	2	10
$\tau_2$	5	20
$\tau_3$	8	30

۱. امکان زمان‌بندی مجموعه وظایف مقابل را هم به صورت تحلیلی با به کارگیری کران‌های بهره‌گیری مرتبط و هم با رسم زمان‌بندی برای یک فراتناوب بررسی کنید.

ا. RMS

ب. EDF

	$C_i$	$r_i$	$d_i$
$\tau_1$	2	0	6
$\tau_2$	1	1	7
$\tau_3$	3	3	8
$\tau_4$	2	4	10
$\tau_5$	2	5	11

۲. مجموعه وظایف مقابل را با زمان‌های اجرا، زمان‌های رسیدن، و مهلت‌های داده شده و نیز مجموعه وابستگی‌های مشخص شده در زیر در نظر بگیرید.

$\tau_1 \rightarrow \tau_2, \tau_1 \rightarrow \tau_3, \tau_2 \rightarrow \tau_4, \tau_3 \rightarrow \tau_4, \tau_3 \rightarrow \tau_5$

ا. گراف وابستگی این مجموعه وظایف را رسم کنید.

ب. مجموعه وظایف فوق را با الگوریتم پایه EDF زمان‌بندی کنید. آیا زمان‌بندی ممکن است؟

ج. مجموعه وظایف فوق را با الگوریتم اصلاح شده EDF\* زمان‌بندی کنید. آیا زمان‌بندی ممکن است؟

۳. هدف این بخش تمرین، استفاده از سیستم عامل بی‌درنگ FreeRTOS برای پیاده‌سازی برنامه تمرین قبل است.

ا. ضمن نصب PlatformIO و آشنایی با محیط آن، کتابخانه FreeRTOS را در آن نصب کنید و مثال

ساده پیشنهاد شده برای راه‌اندازی آن اجرا کنید<sup>۱</sup>. در این صفحه پیوندهایی برای مثال‌های بیشتر موجود

در کتابخانه و همچنین راهنمای کاربری<sup>۲</sup> و مستندات مرجع<sup>۳</sup> کار با FreeRTOS موجود است. آن‌ها را

بررسی کنید.

ب. کد نوشته شده برای کنترل پنکه چرخان فرضی را به صورت مجموعه‌ای از وظایف روی FreeRTOS

پیاده‌سازی کنید. علاوه بر ضمیمه کردن کد، در گزارش خود پاسخ سوالات زیر را واضح بیان کنید.

• در برنامه خود چند وظیفه در نظر گرفته‌اید و هر وظیفه چه بخشی از کار را انجام می‌دهد؟

(حداقل دو وظیفه برای تولید خروجی‌ها و دو وظیفه برای پردازش ورودی‌ها الزامی است)

• آیا هر کدام از وظایف متناوب و تحریک شده با زمان هستند یا نامتناوب و تحریک شده با

رویداد؟ مشخص کنید هر نوع وظیفه را چطور به ISR (تایمر یا IO متصل کرده‌اید).

• ارتباط بین وظایف و نیز وظایف و ISRها را به چه شکل پیاده‌سازی کرده‌اید؟

ج. کد خود را بر روی یک پروژه سخت‌افزاری در محیط Proteus با جایگزینی مناسب حسگرها شبیه‌سازی کنید.

<sup>1</sup> <https://create.arduino.cc/projecthub/feilipu/using-freertos-multi-tasking-in-arduino-ebc3cc>

<sup>2</sup> <https://www.freertos.org/FreeRTOS-quick-start-guide.html>

<sup>3</sup> [https://www.freertos.org/Documentation/RTOS\\_book.html](https://www.freertos.org/Documentation/RTOS_book.html)

- یکی از مدل‌های بردهای آردوینو موجود در وب<sup>۴</sup> را دریافت و به نصب Proteus خود اضافه کنید. با یک پروژه ساده مطمئن شوید یک کد کامپایل شده را می‌توانید در شبیه‌ساز اجرا کنید.
  - از حس‌گرها و فعال‌گرهای موجود در کتابخانه شبیه‌ساز و وب<sup>۶</sup> بهره‌گیری کنید.
- اختیاری:** اگر به برد و تجهیزات لازم برای پیاده‌سازی عملی پروژه دسترسی دارید، می‌توانید هنگام تحویل به تدریس‌یاران، نسخه پیاده‌سازی شده روی برد را هم نشان دهید.

گزارش نهایی شامل یک گزارش در قالب PDF است که اولاً پاسخ مسائل تحلیلی را به‌طور کامل دربرگرفته باشد و ثانیاً مدل‌سازی‌ها و شبیه‌سازی‌های انجام شده در ابزارها را به همراه تصویر به‌شکل واضح نمایش دهد. پروژه نهایی باید ضمیمه شده باشد.

موفق باشید

عطارزاده

---

<sup>4</sup> <https://maker.pro/arduino/projects/how-to-simulate-arduino-projects-using-proteus>

<sup>5</sup> <https://www.theengineeringprojects.com/2015/12/arduino-library-proteus-simulation.html>

<sup>6</sup> <https://www.theengineeringprojects.com/2016/05/gas-sensor-library-proteus.html>

<sup>7</sup> <https://www.theengineeringprojects.com/2015/02/ultrasonic-sensor-library-proteus.html>