



Универзитет у Београду
Електротехнички факултет

Прорачун распоредивости

1. Одређивање временског рока за процесе у систему

У овом делу ћемо одредити временске рокове за све процесе у систему. Процеси у систему су:

- Станица за контролу пумпе
- Станица за праћење окружења
- Детектор високог и ниског нивоа воде у резервоару

Услови за све процесе:

- Време за које ће се сигурно завршити A/D конверзија је **50ms**.

1.1. Станица за контролу пумпе

s

Овај процес треба на сваких 150ms да мери проток воде кроз пумпу тако што очита вредност сензора. Ово се ради како би се проверила исправност пумпе. Како би се очитавање сензора обавило сигурно једном у интервалу од 150ms мора да важи $T + D \leq 150ms$. Ово је уствари највеће време које може да прође између две активације. То је у случају да се у првој активацији извршавање деси на почетку временског рока, што значи да до наредне активације имамо T времена. А да се у наредној активацији деси на крају временског рока, што је још D времена. Уколико се максимално релаксира услов добија се $T + D = 150ms$. Пошто се користи техника померања периоде мора да важи услов $T - D \geq T_{AD}$ како би се конверзија сигурно завршила. Ова неједнакост може се задовољити ако се узме $T - D = T_{AD}$. Решавањем претходне две једначине добија се **$T = 100ms$ и $D = 50ms$** .

Приликом покретања и заустављања пумпе потребно је дозволити да прође неко време како би се стање пумпе променило. Потребно је проверити да ли горе израчунати T и D задовољавају овај услов. Најгори случај за проверу је следећи. Потребна је таква ситуација да је протекло најмање могуће време између прве и крајње посматране активације процеса. Ово се добија ако се у првој посматраној активацији процес изврши на самом крају временског рока, онда до следеће активације имамо $T - D$ времена. А у наредној активацији на почетку временског рока, што је још 0 времена. Уколико се ово примени на промену стања мота добија се следеће. Извршавање процеса у првој посматраној активацији треба да се догоди најкасније могуће, односно при самом истеку временског рока. Непосредно пре ове активације постављено је да се промени стање мотора, односно у овој активацији је детектовано да је захтевана промена стања мотора. До следеће активације процеса има $T - D$ времена. У следећој активацији се детектује да је промењено стање мотора. У тој активацији и наредних n се не ради ништа. Пошто се одлука доноси у $n + 1$ активацији потребно је да прође још n активација. То је додатних $(n-1) \cdot T$ времена. Уколико се чека n активација, то је $n-1$ чекања на активацију. Пошто је услов да се извршавање у последњој итерацији догоди на почетку временског рока то је додатних **0ms**. Укупно време мора да буде веће од 900 ms. Дакле треба да важи **$T - D + (n - 1) \cdot T \geq 900ms$** , односно **$n \cdot T - D \geq 900ms$** .

Осим овог услова постоји још један. Уколико се детектује да протока има а пумпа не ради или да протока нема а пумпа ради потребно је сигнализирати аларм након времена t_d у року од $t_a = 300ms$. Односно од тренутка кад је захтевана промена до слања аларма треба да прође највише $t_d + t_a = 900ms + 300ms = 1200ms$. Најгори сценарио је да се прва посматране активација (кад је детектован захтев за променом) максимално удаљи од крајње активације кад се шаље аларм. Значи да је потребно да се у првој активацији извршавање деси на самом почетку рока а у крајњој активацији на самом крају рока. Пошто се у првој посматраној активацији извршавање десило на почетку то значи да до следеће активације имамо T времена. Након ове активације, пошто се одлука доноси у $n + 1$ активацији потребно је да проше још n активација. На сваку чекамо T времена, односно то је још додатних $(n - 1) * T$. Пошто је услов да се у последњој активацији извршавање деси на крају временског рока, то је додатних D времена. Добија се услов $T + (n - 1) * T + D \leq t_d + t_a$, односно добија се формула $n * T + D \leq t_d + t_a$.

Добијају се услови:

$$n * T - D \geq 900ms$$

$$n * T + D \leq 1200ms$$

Уколико се услови максимално релаксирају, односно неједнакости претворе у једнакости добија се:

$$n * T - D = 900ms$$

$$n * T + D = 1200ms$$

$$\text{Сабирањем ове две једначине добија се } n = \left\lceil \frac{900ms + 1200ms}{2 * T} \right\rceil = \left\lceil \frac{2100ms}{200ms} \right\rceil = 11$$

1.2. Станица за праћење окружења

Процес је задужен за праћење нивоа метана, протока ваздуха и нивоа угљенмооксида. По поставци задатка треба читавати сензоре на сваких $150ms$. Како би се читавање сензора обавило сигурно једном у интервалу од $150ms$ мора да важи $T + D \leq 150ms$. Уколико се максимално релаксира услов добија се $T + D = 150ms$. Пошто се користи техника померања периоде мора да важи услов $T - D \geq T_{AD}$ како би се конверзија сигурно завршила. Ова неједнакост може се задовољити ако се узме $T - D = T_{AD}$. Решавањем претходне две једначине добија се **$T = 100ms$** и **$D = 50ms$** .

Додатни рок који овај процес мора да испуни односи се на слање сигнала за гашење пумпе уколико се детектује висок ниво метана. Осим времена које је потребно за узимање узорка метана потребно је узети и време које је потребно Контролеру пумпе да реагује на послату информацију, као и могућност да имамо једну грешку током мерења.

Најгори сценарио за реакцију на повишен ниво метана изгледа овако. У неком активирању процеса узима се одбирок физичке величине који је у границама нормале и задаје се команда за ново

дохватање одбирка. Након израчунавања новог одбирка од стране сензора вредност метана прелази граничну вредност. Пошто је вредност метана прешла граничну након извршавања процеса, време до следеће активације је $T - D$. У следећој активацији процеса биће узета вредност метана која је у границама нормале и задаће се нова конверзија. Сада ћемо узети могућност да се деси грешка приликом мерења. Тако да у наредној активацији процеса нећемо имати одбирак. У четвртој активацији (релативно у односу на прву посматрану) ће бити прочитан ниво метана који је преко граничне. Свака активација осим прве и последње (има их две) уводи додатних T времена до реакције на повећање нивоа метана. Прва уводи $T - D$, а последња активација уводи додатних D времена. Време које је потребно да се детектује повишена вредност метана у најгорем случају је $T - D + 2 * T + D = 3 * T$. Пошто је нама дат рок за слање сигнала за гашење пумпе а не рок за детекцију нивоа метана треба узети у обзир и време које је потребно контролеру пумпе да реагује на послати сигнал. Време које је потребно додати је $(T_{PC} - D_{PC}) + D_{PC} = T_{PC}$. Односно време до следеће активације плус рок. Услов који мора да важи је $3 * T + T_{PC} \leq 400ms$. Треба проверити да ли већ израчунате периоде задовољавају овај услов. Израчунато је да је $T = 100ms$ и $T_{PC} = 100ms$. Односно $3 * 100 + 100 = 400 \leq 400$.

1.3. Детектор високог и ниског нивоа воде у резервоару

По поставци задатака неће проћи мање од 5 секунди између два оваква догађаја. Ово значи да се ови процеси понашају као да имају периоду $T = 5s$. Временски рок за ове процесе по поставци задатка је $D = 200ms$.

2. FPS Тест распоредивости

Име процеса	Приоритет (P)	Рок (D)	Периода (T)	WCET (C)
Детектор високог нивоа воде (H)	1	200ms	5000ms	1
Детектор ниског нивоа воде (L)	1	200ms	5000ms	1
Контролор пумпе (PC)	2	50ms	100ms	8
Праћење окружења (EM)	2	50ms	100ms	27

Приоритет се додељује према DMPO, односно процесима који имају већи временски рок се додељује мањи приоритет, док се процесима који имају краћи временски рок додељује већи приоритет. Уколико процеси имају исти временски рок, имаће исти приоритет.

2.1. Време одзива за детектор високог нивоа воде

$$W_H^0 = C_H = 1$$

$$W_H^1 = C_H + \left\lceil \frac{W_H^0}{T_L} \right\rceil * C_L + \left\lceil \frac{W_H^0}{T_{PC}} \right\rceil * C_{PC} + \left\lceil \frac{W_H^0}{T_{EM}} \right\rceil * C_{EM} = 1 + 1 + 8 + 27 = 37$$

$$W_H^2 = C_H + \left\lceil \frac{W_H^1}{T_L} \right\rceil * C_L + \left\lceil \frac{W_H^1}{T_{PC}} \right\rceil * C_{PC} + \left\lceil \frac{W_H^1}{T_{EM}} \right\rceil * C_{EM} = 1 + 1 + 8 + 27 = 27$$

$$W_H^1 = W_H^2 = R_H = 27 \leq 200 = D_H$$

2.2. Време одзива за детектор ниског нивоа воде

$$W_L^0 = C_L = 1$$

$$W_L^1 = C_L + \left\lceil \frac{W_L^0}{T_H} \right\rceil * C_H + \left\lceil \frac{W_L^0}{T_{PC}} \right\rceil * C_{PC} + \left\lceil \frac{W_L^0}{T_{EM}} \right\rceil * C_{EM} = 1 + 1 + 8 + 27 = 37$$

$$W_L^2 = C_L + \left\lceil \frac{W_L^1}{T_H} \right\rceil * C_H + \left\lceil \frac{W_L^1}{T_{PC}} \right\rceil * C_{PC} + \left\lceil \frac{W_L^1}{T_{EM}} \right\rceil * C_{EM} = 1 + 1 + 8 + 27 = 37$$

$$W_L^1 = W_L^2 = R_L = 27 \leq 200 = D_L$$

Исто као за процес који прати високи ниво воде.

2.3. Време одзива за контролер пумпе

$$W_{PC}^0 = C_{PC} = 8$$

$$W_{PC}^1 = C_{PC} + \left\lceil \frac{W_{PC}^0}{T_{EM}} \right\rceil * C_{EM} = 8 + 27 = 35$$

$$W_{PC}^2 = C_{PC} + \left\lceil \frac{W_{PC}^1}{T_{EM}} \right\rceil * C_{EM} = 8 + 27 = 35$$

$$W_{PC}^1 = W_{PC}^2 = R_{PC} = 35 \leq 50 = D_{PC}$$

2.4. Време одзива за праћење окружења

$$W_{EM}^0 = C_{EM} = 27$$

$$W_{EM}^1 = C_{EM} + \left\lceil \frac{W_{EM}^0}{T_{PC}} \right\rceil * C_{PC} = 27 + 8 = 35$$

$$W_{EM}^2 = C_{EM} + \left\lceil \frac{W_{EM}^1}{T_{PC}} \right\rceil * C_{PC} = 27 + 8 = 35$$

$$W_{EM}^1 = W_{EM}^2 = R_{EM} = 35 \leq 50 = D_{EM}$$

Пошто сви процеси задовољавају неједнакости односно времена извршавања у најгорем случају су мања од временског рока процеси су распоредиви.