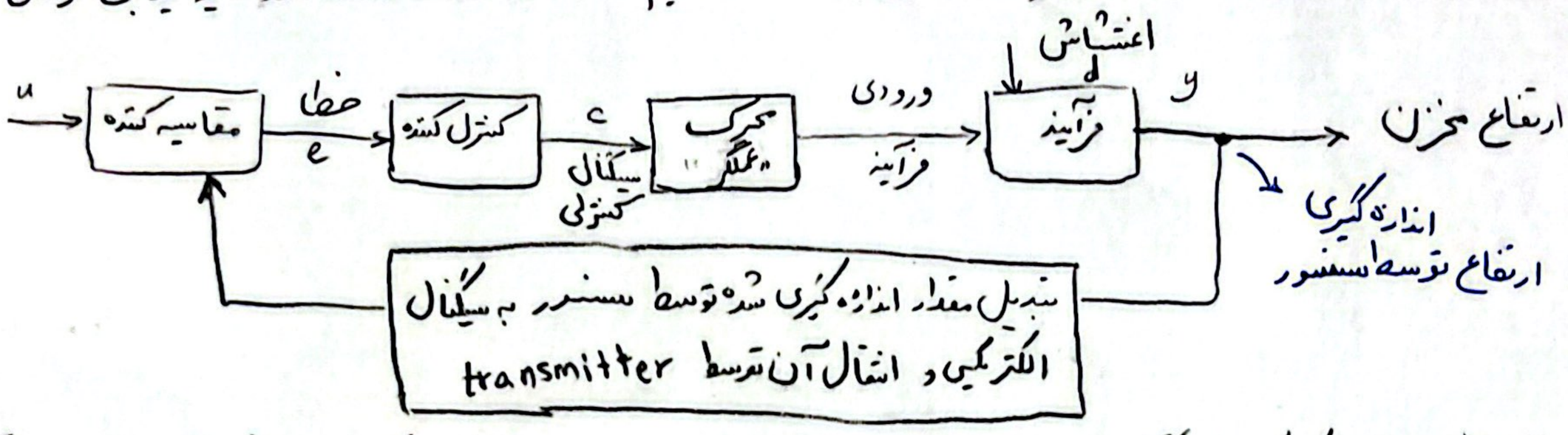
امیرمحمد میرحسینی ۸۱۰۱۰۲۶۰۱ تمرین اول ابزار دقیق

سوال ۱) ۱. در این سیستم، در حلقه کنترل سنسور مثل چشم سیستم عمل می‌کند وظیفه اندازه‌گیری دقیق متغیر فیزیکی (ارتفاع مایع در مخزن) را دارد و بدون آن کنترل کننده هیچ اطلاعی از وضعیت فعلی مخزن ندارد. اما transmitter نقش مفسر را دارد، سیگنال خام سنسور برای انتقال طولانی یا پردازش توسط کنترل کننده مناسب نیست. به همین دلیل transmitter مقدار اندازه‌گیری شده را دریافت به سیگنال الکتریکی (اینجا جریان) تبدیل می‌کند.

اگر حلقه کنترل را از ۲ بخش forward و feedback در نظر بگیریم. سنسور و transmitter در مسیر فیدبک قرار می‌گیرند.



۲. یکی از دلایلی که باعث کارکرد سیگنال خروجی ترانسمیتر کامل ۰ نیست، این است که متوجه شویم سنسور آیا از کار افتاده است (برق رفته یا ...) یا ارتفاع مایع ۰ متر است (۴ میلی آمپر)

۰ آمپر ← نقص فنی سیستم (از کار افتادن سنسور یا مدار یا خطای ارتباطی یا ...) که نیاز به تعمیر دارد.

۳.

$$y = (3.2x + 4)\times 10^{-3} \quad x \in [0 \quad 5] \quad y \in [4\times10^{-3} \quad 2\times10^{-2}]$$

[A] جریان — [m] ارتفاع مخزن

$$x = 3m \rightarrow \underline{y = 13.6\ mA}$$

۴.

$$x = \frac{1000y - 4}{3.2} \Rightarrow y = 10^{-2} A \longrightarrow \underline{x = 1.875\ m}$$

۵.

$$y = (3.2(x+0.2) + 4)\times 10^{-3} \quad x \in [-0.2 \quad 4.8] \quad y \in [4\times10^{-3} \quad 2\times10^{-2}]$$

ورودی (ارتفاع) واقعی مخزن

$$x = 2m \longrightarrow \underline{y = 11.04\ mA}$$

۶. کنترل کننده به اشتباه مقدار مرجع سطح (۲ متر) را، 1.8 متر در نظر میگیرد و سعی می‌کند مقدار مایع (ارتفاع) مخزن را به آن برساند.

سوال ۲) د) طبق صورت سوال داریم:

$$J(\theta) = \sum_{i=1}^{m} (\phi_i^T \theta - y_i)^2$$

$$\Phi = \begin{bmatrix} \phi_1^T \\ \vdots \\ \phi_m^T \end{bmatrix} \qquad y = \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_m \end{bmatrix} \Rightarrow \Phi\theta = \begin{bmatrix} \phi_1^T \theta \\ \vdots \\ \phi_m^T \theta \end{bmatrix} \Rightarrow J(\theta) = (\Phi\theta - y)^T (\Phi\theta - y)$$

باز کردن عبارت $\Rightarrow J(\theta) = \theta^T \Phi^T \Phi \theta - 2y^T \Phi \theta + y^T y$

از روابط داده شده در صورت سوال استفاده می‌کنیم و نسبت به θ مشتق می‌گیریم

$$\frac{\partial(\theta^T A \theta)}{\partial \theta} = 2A\theta \qquad \frac{\partial(b^T \theta)}{\partial \theta} = b$$

برای مینیمم داریم: $\frac{\partial J}{\partial \theta} = 0$

$$\Rightarrow \frac{\partial J}{\partial \theta} = 2\Phi^T \Phi \theta - 2\Phi^T y = 0$$

$$\Rightarrow \Phi^T \Phi \theta = \Phi^T y \Rightarrow \theta = (\Phi^T \Phi)^{-1} \Phi^T y$$

که همان جواب الگوریتم LS می‌باشد ←

سوال ۳) الف) $FS = 10\ bar$

میانگین داده‌های حسگر ۱: ≈ 9.77

خطای صحت: $10 - 9.77 = 0.23\ bar \Rightarrow 2.3\ \%FS$ ← بدترین صحت

میانگین داده‌های حسگر ۲: $\approx 10.07\ bar$

(خطا) $10.07 - 10 = 0.07\ bar \Rightarrow 0.7\ \%FS$

میانگین داده‌های حسگر ۳: دقیقاً ۱۰ بار

خطای صحت $10 - 10 = 0 \Rightarrow 0\ \%FS$ ← بهترین صحت

ب) به کمک انحراف معیار

$$\text{Precision Error} = (std / FS) \times 100$$

حسگر ۱: $std = 0.108\ bar$ $\quad \frac{0.108}{10} \times 100 = \underline{1.08\ \%FS}$

۲ " : $std = 0.166\ bar$ $\quad \frac{0.166}{10} \times 100 = \underline{1.66\ \%FS}$ → کمترین دقت

۳ " : $std = 0.07\ bar$ $\quad \frac{0.07}{10} \times 100 = 0.7\ \%FS$ → بیشترین دقت

پ) بله این حالت در زمانی اتفاق می‌افتد که حسگر Bias داشته باشد.

به کمک کالیبراسیون، تنظیم نقطه صفر یا اصلاح offset. دقت مهم‌تر است چون راحتتر با اصلاح آفست می‌توان مشکل صحت را حل کرد اما مشکل دقت را همیشه با روش‌های ساده مثل میانگین‌گیری نمی‌شود حل کرد.

ت) میزان شباهت (نزدیکی) داده های خروجی یک ابزار نسبت به یکدیگر هست ← هرچقدر نزدیکتر باشند بهترند.

بهترین حسگر، حسگر ۳ است که خطای صحت صفر و 0.7% FS خطای دقت داشت

پس از آن حسگر ۱ که دقت بهتری نسبت به حسگر ۲ داشت

حسگر ۳ > حسگر ۱ > حسگر ۲

ث) توانایی یک سیستم اندازه گیری برای دادن نتایج نزدیک به هم، برای یک کمیت ثابت، زمانی که شرایط اندازه گیری تغییر می کند.

میانگین حسگر ۱ جدید ← 9.65 bar

میانگین جدید حسگر ۲ ← 10.183 bar

← تغییر داشته اند نسبت به قبل

میانگین جدید حسگر ۳ ← 9.99 bar

← تقریباً همان مقدار قبلی عالی

حسگر ۳ >>> حسگر ۲ ≥ حسگر ۱

ج) حسگر ۳ ← خطای صحت تقریباً صفر، پراکندگی بسیار کم، تکرارپذیری و تکثیرپذیری بالا

چ) حسگر ۱:

بازه ۰ تا ۱۰ بار

$\Delta y = 10$ bar

$\Delta \hat{y} = 20 - 4 = 16$ mA

$$\text{Sensitivity} = \frac{\Delta \hat{y}}{\Delta y}$$

$S_1 = 1.6$ mA/bar → بیشترین حساسیت

حسگر ۲:

بازه ۰ تا ۱۶ بار

$\Delta y = 16$ bar

$S_2 = 1$ mA/bar

حسگر ۳: بازه ۰ تا ۲۵ بار

$\Delta y = 25$ bar

$S_3 = 0.64$ mA/bar → کمترین حساسیت

ح) بله اگر تشخیص تغییرات کوچک فشار مهم باشد، در این حالت حساسیت مهمتر از محدوده اندازه گیری است

← انتخاب بهتر حسگر 1