Автоматтандыру элементтері мен құрылғылары
Практикалық жұмыс №4. Сигнал түрлендіргіштерімен жұмыс

Мақсаты: Сигналдарды түрлендіру принципін зерттеу, өлшенетін физикалық шаманы анықтауды және түрлендіру қателігін есептеуді үйрену.

Тапсырма: Әрбір студент өзіне берілген нұсқаға сәйкес сигнал түрлендіргішін зерттеуі тиіс.

Жеке тапсырмалар нұсқаларының кестесі

№	Өлшенетін физикалық шама	Өлшеу диапазоны	Түрлендіргіштің кіріс сигналы	Түрлендіргіштің шығыс сигналы	Берілген кіріс сигналы
1	Қысым	0–10 бар	4–20 мА	0–10 В	6 мА
2	Температура	0–100 °C	4–20 мА	2–10 В	8 мА
3	Сұйықтық деңгейі	0–5 м	0–10 В	4–20 мА	4 В
4	Сызықтық орын ауыстыру	0–500 мм	0–10 В	4–20 мА	7 В
5	Қысым	0–16 бар	0–20 мА	0–10 В	14 мА
6	Температура	−20…80 °C	4–20 мА	0–5 В	16 мА
7	Сұйықтық деңгейі	0–10 м	0–10 В	0–20 мА	7 В
8	Қысым	0–25 бар	4–20 мА	1–5 В	11 мА
9	Температура	0–200 °C	0–20 мА	4–20 мА	15 мА

Әрбір студентке арналған тапсырмалар
1-тапсырма. Шығыс сигналын есептеу
Өз нұсқаңызда берілген бастапқы деректерді пайдаланып, түрлендіргіштің шығыс сигналын есептеңіз.
Сызықтық түрлендірудің жалпы формуласы:

$$Y = Y_{\min} + \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \cdot (Y_{\max} - Y_{\min})$$

Мұндағы:

- X — кіріс сигналының берілген мәні;
- Y — есептелетін шығыс сигналы;
- $X_{\min}$ — кіріс сигналының ең төменгі мәні;
- $X_{\max}$ — кіріс сигналының ең жоғарғы мәні;
- $Y_{\min}$ — шығыс сигналының ең төменгі мәні;
- $Y_{\max}$ — шығыс сигналының ең жоғарғы мәні.

2-тапсырма. Физикалық шаманы анықтау
Берілген кіріс сигналына сәйкес келетін қысым, температура, сұйықтық деңгейі немесе шығын мәнін анықтаңыз. Түрлендіргіштің кіріс сигналы көрсетілген физикалық шаманың өлшеу диапазонына сызықтық түрде сәйкес келеді деп есептеледі.

3-тапсырма. Бес нүкте үшін есептеу жүргізу
Кіріс сигналы диапазонында біркелкі бөлінген бес нүкте үшін түрлендіргіштің шығыс сигналын есептеңіз. Есептеу кезінде кіріс сигналының ең төменгі және ең жоғарғы мәндерін міндетті түрде қамтыңыз.

4-тапсырма. Екі график тұрғызу
Google Sheets бағдарламасында келесі екі графикті тұрғызыңыз:
№1 график: Түрлендіргіштің кіріс сигналы → түрлендіргіштің шығыс сигналы.
№2 график: Түрлендіргіштің кіріс сигналы → өлшенетін физикалық шама.
Әр графикте координата осьтерінің атауларын және өлшем бірліктерін көрсетіңіз.

5-тапсырма. Қателікті талдау
Оқытушы белгілеген нүкте үшін шығыс сигналының толық диапазонынан +0,5% ауытқуды модельдеңіз.
Абсолюттік және келтірілген қателіктерді есептеңіз.
Шығыс сигналының ауытқуы өлшенетін физикалық шаманы анықтауға қалай әсер ететінін түсіндіріңіз.

6-тапсырма. PLC контроллеріне қосу
Датчиктің, сигнал түрлендіргішінің және бағдарламаланатын логикалық контроллердің (PLC) қосылуының функционалдық сұлбасын құрастырыңыз.

Түрлендіргіштің шығыс сигналының түрін және контроллердің оған сәйкес келетін аналогтық кірісін көрсетіңіз.
Нақты монтаждау кезінде құрылғылардың қоректендіру сұлбасын, қосылу клеммаларын және электрлік үйлесімділігін бөлек тексеру қажет.

Орындау үлгісі

Бастапқы деректер:

Параметр	Мәні
Физикалық шама	Сұйықтық шығыны
Шығынның өлшеу диапазоны	0–200 л/мин
Түрлендіргіштің кіріс сигналы	0–5 В
Түрлендіргіштің шығыс сигналы	4–20 мА
Берілген кіріс сигналы	3 В

1. Шығыс тогын есептеу

$$I = 4 + \frac{U-0}{5-0}(20 - 4)$$
$$I = 4 + \frac{3}{5} \cdot 16$$
$$I = 13{,}6 \text{ мА}$$

2. Сұйықтық шығынын анықтау

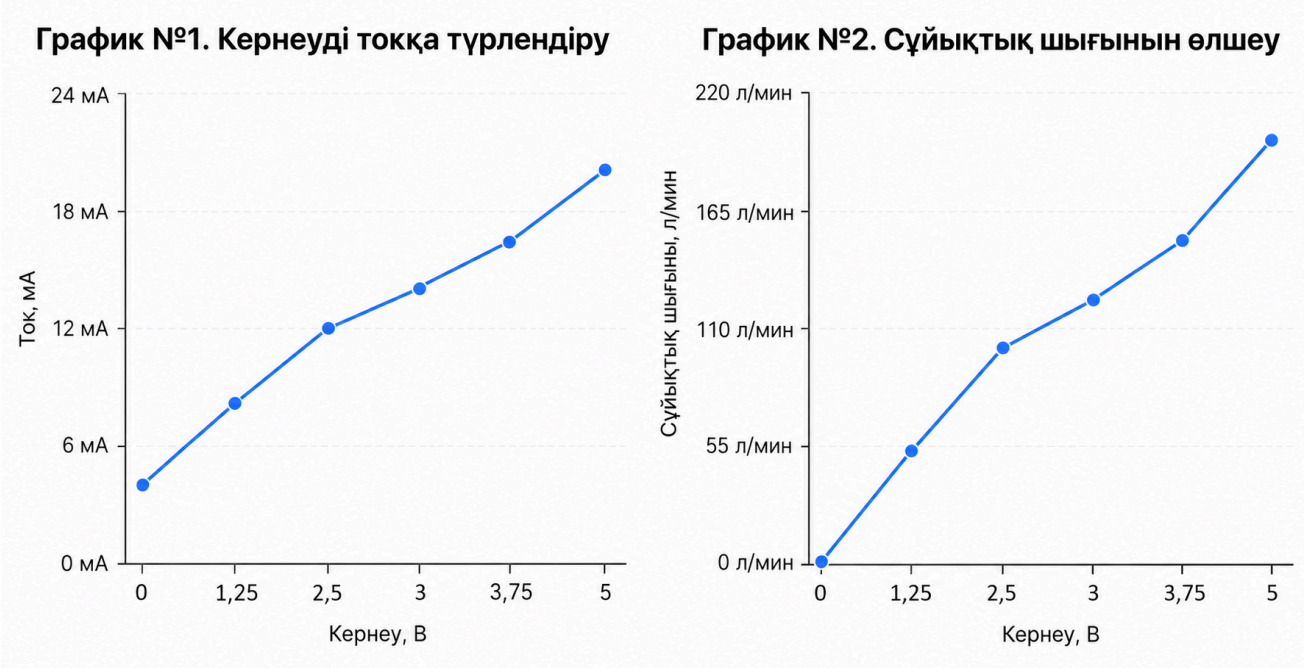
$$Q = \frac{U}{5} \cdot 200$$
$$Q = \frac{3}{5} \cdot 200$$
$$Q = 120 \text{ л/мин}$$

3. Түрлендіру сипаттамасының кестесі

Кернеу, В	Ток, мА	Сұйықтық шығыны, л/мин
0	4	0
1,25	8	50
2,5	12	100

3,75	16	150
5	20	200

Жеке есептеу нүктесі: 3 В → 13,6 мА → 120 л/мин.



4. Қателікті есептеу

Мақсаты: Сигнал түрлендіргішінің шығысындағы қателікті есептеу және оның PLC контроллері анықтайтын сұйықтық шығынына қалай әсер ететінін түсіну.

1-қадам. Шығыс тогының толық диапазонын анықтау

Түрлендіргіштің шығыс тогы 4 мА-ден 20 мА-ге дейін өзгереді.

Толық диапазонды анықтау үшін максималды мәннен минималды мәнді азайтамыз:

$$I_{\text{диап}} = I_{\text{max}} - I_{\text{min}}$$

$$20 - 4 = 16 \text{ мА}$$

Түсіндірме: 16 мА — токтың толық өзгеру аралығы. Бұл мән келтірілген қателікті есептеу үшін қажет.

2-қадам. +0,5% ауытқуды есептеу

Есептің шарты бойынша түрлендіргіштің шығыс сигналы толық диапазонның +0,5%-ына ауытқиды. Алдымен 16 мА-дің 0,5%-ын табамыз:

$$\Delta I = \frac{0{,}5}{100} \times 16$$

$$\Delta I = +0,08 \text{ мА}$$

Түсіндірме: Түрлендіргіштің шығыс тогы идеал мәннен 0,08 мА-ге артық болады деп есептейміз.

3-қадам. Қателігі бар шығыс тогын анықтау
Алдыңғы тапсырмада 3 В кіріс кернеуі үшін шығыс тогын есептедік:

$$I = 4 + \frac{3}{5} \times 16 = 13,6\text{мА}$$

Бұл — идеал шығыс тогы.
Енді оған +0,08 мА ауытқуды қосамыз:

$$I_{\text{өлш}} = I + \Delta I$$

$$I_{\text{өлш}} = 13,6 + 0,08$$

$$I_{\text{өлш}} = 13,68 \text{ мА}$$

Түсіндірме: Түрлендіргіш идеал жағдайда 13,6 мА беруі керек, бірақ модельденген қателіктің әсерінен PLC контроллеріне 13,68 мА сигнал түседі.

4-қадам. Келтірілген қателікті есептеу
Келтірілген қателік — абсолюттік қателіктің толық шығыс диапазонына пайыздық қатынасы.
Формула:

$$\gamma = \frac{\Delta I}{I_{\max} - I_{\min}} \times 100\%$$

Мәндерді қоямыз:

$$\gamma = \frac{0,08}{20 - 4} \times 100\%$$

$$\gamma = +0,5\%$$

Түсіндірме: Қателік шығыс тогының толық диапазонының 0,5%-ын құрайды. Оң таңба өлшенген токтың идеал мәннен жоғары екенін білдіреді.

5-қадам. Қателіктің сұйықтық шығынына әсерін анықтау
PLC контроллері 4–20 мА ток сигналын 0–200 л/мин сұйықтық шығынына түрлендіреді.
Яғни:

- 4 мА → 0 л/мин
- 20 мА → 200 л/мин
- 13,6 мА → 120 л/мин

Бірақ PLC-ге 13,6 мА орнына 13,68 мА түседі.
Сондықтан PLC келесі формула бойынша сұйықтық шығынын есептейді:

$$Q = \frac{I_{\text{өлш}} - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \times Q_{\max}$$

Мәндерді қоямыз:

$$Q = \frac{13{,}68-4}{20-4} \times 200$$

$$Q = \frac{9{,}68}{16} \times 200$$

$$Q = 121 \text{ л/мин}$$

Түсіндірме: Сұйықтықтың нақты шығыны 120 л/мин болса да, PLC контроллері қателігі бар сигналды қабылдағандықтан, 121 л/мин көрсетеді.

6-қадам. Сұйықтық шығынының абсолюттік қателігін есептеу
Абсолюттік қателік — өлшенген мән мен нақты мәннің айырмасы.
Формула:

$$\Delta Q = Q_{\text{өлш}} - Q_{\text{нақты}}$$

$$\Delta Q = 121 - 120$$

$$\Delta Q = +1 \text{ л/мин}$$

Түсіндірме: PLC контроллері сұйықтық шығынын нақты мәннен 1 л/мин артық көрсетеді.

6-тапсырма. Өнеркәсіптік жабдықтарды таңдау және олардың сигналдарын сәйкестендіру

Жалпы шарттар

Өнеркәсіптік нысанда физикалық шаманы өлшеуді және өлшеу деректерін бағдарламаланатын логикалық контроллерге (PLC) беруді ұйымдастыру қажет.

Датчиктің шығыс сигналы PLC контроллерінің қолжетімді аналогтық кірісінің түріне немесе қажетті диапазонына сәйкес келмейді.

Датчикті, контроллерді немесе аналогтық модульді ауыстыруға тыйым салынады. Қосымша аналогтық кірістерді орнатуға да рұқсат етілмейді.

Әрбір нұсқа үшін нақты өндірісте қолданылатын үш өнеркәсіптік құрылғыны таңдау қажет:

1. Берілген өлшеу диапазоны мен шығыс сигналына сәйкес келетін датчик.
2. Қажетті кіріс және шығыс сигналдарының диапазондары бар сигнал түрлендіргіші.
3. Тиісті аналогтық кірісі бар PLC контроллері (қажет болған жағдайда сәйкес аналогтық модулі бар).

Таңдалған құрылғылардың техникалық үйлесімділігін өндірушілердің ресми құжаттамасы негізінде растау қажет.

№1 нұсқа. Қысымды өлшеу

Өнеркәсіптік құбырда өлшеу диапазоны 0–10 бар болатын қысым датчигі орнатылған. Датчик 4–20 мА ток сигналын қалыптастырады.

Автоматтандырылған жүйеде тек 0–10 В кернеу сигналын қабылдайтын аналогтық кірісі бар PLC контроллері орнатылған. Ток сигналын қабылдайтын кіріс жоқ.

Датчикті, контроллерді немесе аналогтық модульді ауыстыруға тыйым салынады.

Сигналдарды сәйкестендіру үшін түрлендіргішті таңдап, қысым туралы деректердің PLC контроллеріне берілуін қамтамасыз ету қажет.

Бастапқы деректер:

- Қысым диапазоны: 0–10 бар.
- Датчиктің шығыс сигналы: 4–20 мА.
- PLC кірісі: 0–10 В.

Қажетті түрлендіру: 4–20 мА → 0–10 В.

№2 нұсқа. Температураны бақылау

Өнеркәсіптік пеште өлшеу диапазоны 0–100 °C болатын температура датчигі орнатылған. Датчик 4–20 мА ток сигналын қалыптастырады.

Басқару жүйесінде кернеу сигналын қабылдайтын аналогтық кірісі бар PLC контроллері орнатылған. Қолданыстағы жүйе 2–10 В сигналын

қабылдауға бапталған және оның конфигурациясын өзгертуге тыйым салынады.
Датчиктің токтық шығысын кернеу кірісіне тікелей қосу мүмкін емес.
Температура туралы деректерді PLC контроллеріне беруді қамтамасыз ететін түрлендіргішті таңдау қажет.
Бастапқы деректер:

- Температура диапазоны: 0–100 °C.
- Датчиктің шығыс сигналы: 4–20 мА.
- PLC кірісіне қажетті сигнал: 2–10 В.

Қажетті түрлендіру: 4–20 мА → 2–10 В.

№3 нұсқа. Сұйықтық деңгейін бақылау
Өнеркәсіптік резервуарда өлшеу диапазоны 0–5 м болатын сұйықтық деңгейінің датчигі орнатылған. Датчик 0–10 В аналогтық кернеу сигналын қалыптастырады.
Автоматтандыру жүйесінде тек 4–20 мА ток сигналын қабылдайтын аналогтық кірісі бар PLC контроллері орнатылған. Кернеу кірісі жоқ.
Датчикті, аналогтық модульді ауыстыруға немесе қосымша кірістерді орнатуға тыйым салынады.
Сұйықтық деңгейі туралы деректерді беру үшін кернеу сигналын ток сигналына түрлендіретін құрылғыны таңдау қажет.
Бастапқы деректер:

- Сұйықтық деңгейінің диапазоны: 0–5 м.
- Датчиктің шығыс сигналы: 0–10 В.
- PLC кірісі: 4–20 мА.

Қажетті түрлендіру: 0–10 В → 4–20 мА.

№4 нұсқа. Сызықтық орын ауыстыруды бақылау
Автоматтандырылған өндірістік желіде өлшеу диапазоны 0–500 мм болатын сызықтық орын ауыстыру датчигі орнатылған. Датчик 0–10 В аналогтық сигналын қалыптастырады.
Орнатылған PLC контроллерінде тек 4–20 мА ток сигналын қабылдайтын аналогтық кіріс бар. Кернеу кірісі жоқ.
Датчикті немесе PLC контроллерінің аналогтық модулін ауыстыруға тыйым салынады.
Сигналдарды сәйкестендіру және механизмнің орнын анықтау үшін түрлендіргішті таңдау қажет.
Бастапқы деректер:

- Орын ауыстыру диапазоны: 0–500 мм.
- Датчиктің шығыс сигналы: 0–10 В.
- PLC кірісі: 4–20 мА.

Қажетті түрлендіру: 0–10 В → 4–20 мА.

№5 нұсқа. Гидравликалық жүйедегі қысымды бақылау
Гидравликалық қондырғыда өлшеу диапазоны 0–16 бар болатын қысым датчигі орнатылған. Датчик 0–20 мА ток сигналын қалыптастырады.
Автоматтандырылған жүйеде тек 0–10 В кернеу сигналын қабылдайтын аналогтық кірісі бар PLC контроллері орнатылған. Ток кірісі жоқ.
Датчикті ауыстыруға немесе қосымша аналогтық модуль орнатуға тыйым салынады.
Қысым туралы ақпаратты PLC контроллеріне беру үшін түрлендіргішті таңдау қажет.
Бастапқы деректер:

- Қысым диапазоны: 0–16 бар.
- Датчиктің шығыс сигналы: 0–20 мА.
- PLC кірісі: 0–10 В.

Қажетті түрлендіру: 0–20 мА → 0–10 В.

№6 нұсқа. Технологиялық қондырғының температурасын бақылау
Технологиялық қондырғыда өлшеу диапазоны −20…+80 °C болатын температура датчигі орнатылған. Датчик 4–20 мА ток сигналын қалыптастырады.
Орнатылған PLC контроллерінде тек 0–5 В кернеу сигналын қабылдайтын аналогтық кіріс бар. Ток кірісі жоқ.
Жабдықтарды ауыстыруға немесе PLC контроллерінің аппараттық конфигурациясын өзгертуге тыйым салынады.
Сигналдарды сәйкестендіру және температура туралы деректерді беру үшін түрлендіргішті таңдау қажет.
Бастапқы деректер:

- Температура диапазоны: −20…+80 °C.
- Датчиктің шығыс сигналы: 4–20 мА.
- PLC кірісі: 0–5 В.

Қажетті түрлендіру: 4–20 мА → 0–5 В.

№7 нұсқа. Резервуардағы сұйықтық деңгейін бақылау
Өнеркәсіптік резервуарда өлшеу диапазоны 0–10 м болатын сұйықтық деңгейінің датчигі орнатылған. Датчик 0–10 В аналогтық кернеу сигналын қалыптастырады.
Автоматтандырылған жүйеде тек 0–20 мА ток сигналын қабылдайтын аналогтық кірісі бар PLC контроллері орнатылған. Кернеу кірісі жоқ.
Аналогтық модульді ауыстыруға немесе қосымша кернеу кірісін орнатуға тыйым салынады.
Сигналдарды сәйкестендіру үшін түрлендіргішті таңдау қажет.
Бастапқы деректер:

- Сұйықтық деңгейінің диапазоны: 0–10 м.
- Датчиктің шығыс сигналы: 0–10 В.

- PLC кірісі: 0–20 мА.

Қажетті түрлендіру: 0–10 В → 0–20 мА.

№8 нұсқа. Өндірістік жабдықтың қысымын бақылау

Өндірістік жабдықта өлшеу диапазоны 0–25 бар болатын қысым датчигі орнатылған. Датчик 4–20 мА ток сигналын қалыптастырады.

Автоматтандырылған жүйеде кернеу сигналын қабылдайтын аналогтық кірісі бар PLC контроллері орнатылған. Қолданыстағы жүйе 1–5 В сигналын қабылдауға бапталған.

PLC контроллерінің баптауларын өзгертуге, аналогтық модульді ауыстыруға немесе қосымша ток кірісін орнатуға тыйым салынады.

Сигналдарды сәйкестендіру үшін түрлендіргішті таңдау қажет.

Бастапқы деректер:

- Қысым диапазоны: 0–25 бар.
- Датчиктің шығыс сигналы: 4–20 мА.
- PLC кірісіне қажетті сигнал: 1–5 В.

Қажетті түрлендіру: 4–20 мА → 1–5 В.

№9 нұсқа. Өндірістік процестің температурасын бақылау

Өндірістік қондырғыда өлшеу диапазоны 0–200 °С болатын температура датчигі орнатылған. Датчик 0–20 мА ток сигналын қалыптастырады.

Автоматтандырылған жүйеде 4–20 мА диапазонына бапталған токтық аналогтық кірісі бар PLC контроллері орнатылған.

PLC кірісінің диапазонын өзгертуге немесе датчикті ауыстыруға тыйым салынады.

Ток сигналдарының диапазондарын сәйкестендіретін түрлендіргішті таңдау қажет.

Бастапқы деректер:

- Температура диапазоны: 0–200 °С.
- Датчиктің шығыс сигналы: 0–20 мА.
- PLC кірісі: 4–20 мА.

Қажетті түрлендіру: 0–20 мА → 4–20 мА.

Осы тапсырмаларда негізгі назар берілген бір нүктедегі сигналды есептеуге емес, нақты өнеркәсіптік жабдықтарды таңдауға және олардың техникалық үйлесімділігін тексеруге аударылады.

Өнеркәсіптік жабдықтардың қосылу сұлбасын іздеу

Датчикті, сигнал түрлендіргішін және PLC контроллерін таңдағаннан кейін өндірушілердің техникалық құжаттамасынан олардың электрлік қосылу сұлбаларын (Wiring Diagram / Connection Diagram) табу қажет.

Жұмысты орындау тәртібі

1. Таңдалған датчиктің техникалық паспортынан (Datasheet) немесе өндірушінің нұсқаулығынан қосылу сұлбасын табыңыз.

2. Сигнал түрлендіргішінің кіріс және шығыс сигналдарын қосу сұлбасын табыңыз.
3. Таңдалған PLC контроллерінің немесе оның аналогтық модулінің аналогтық кірісін қосу сұлбасын табыңыз.
4. Табылған қосылу сұлбаларының скриншоттарын есепке енгізіңіз.
5. Техникалық құжаттама негізінде үш құрылғының жалпы қосылу сұлбасын құрастырыңыз: датчик → сигнал түрлендіргіші → PLC.
6. Жалпы қосылу сұлбасының скриншотын жасап, оны есепке енгізіңіз.

Жалпы қосылу сұлбасында көрсетілуі тиіс мәліметтер

- Барлық үш құрылғының атаулары мен нақты модельдері.
- Кіріс және шығыс сигналдарын қосуға арналған клеммалар.
- Берілетін сигналдардың түрлері мен өлшем бірліктері (В немесе мА).
- Қажет болған жағдайда қоректендіру көздері.
- Сигналдық сымдар мен ортақ өткізгіштердің қосылыстары.

Есепке қойылатын талаптар

- Өндірушілердің техникалық құжаттамасынан алынған қосылу сұлбаларының скриншоттары.
- Таңдалған құрылғылардың бір жалпы қосылу сұлбасы.
- Қосылу сұлбалары алынған өндіруші құжаттарына сілтемелер және тиісті бет нөмірлері.
- Сигналдың датчиктен PLC контроллеріне берілу принципінің қысқаша түсіндірмесі.

Маңызды: Жалпы қосылу сұлбасы таңдалған құрылғылардың нақты техникалық құжаттамасы негізінде құрастырылуы тиіс. Өндірушілердің нұсқаулықтарында расталмаған клемма нөмірлерін немесе электрлік қосылыстарды өз бетінше ойдан көрсетуге жол берілмейді.
Жабдықтарды физикалық түрде қосу талап етілмейді.