

台達電子



ТЮНІНГ СЕРВОСИСТЕМИ СЕРІЇ ASDA

Цільова аудиторія

Базовий рівень для користувачів, які знають, як керувати сервосистемами серії ASDA.

Перегляд презентації

Редакція: 16.02.2011

Редакція: Версію 24.01.2010 скасовано.

Базові знання

Погляд на сервосистему серії ASDA,
роздільна здатність кодера, відповідь,
пропускна здатність, жорсткість і жорсткість

Контрольний скелет

Три каскадних контури, контур керування
положенням, контур керування швидкістю та
контур керування крутним моментом

Сфера навичок

Як виміряти резонанс, моніторинг
продуктивності та оцінку інерції

**Чуйна
здатність**



ASDA-A
10000 об/об
450 Гц
100 Вт ~ 3 кВт



ASDA-AB
10000 об/об
450 Гц
100 Вт ~ 2 кВт



ASDA-B
10000 об/об
250 Гц
100 Вт ~ 2 кВт



ASDA-B2
160000 об/об
(17 біт)
550 Гц
100 Вт ~ 3 кВт



ASDA-A2
1280000 об/об
(20 біт)
1000 Гц
100 Вт ~ 5,5 кВт



ASDA-A+
1280000 об/об
(20 біт)
550 Гц
4,5 кВт ~ 7,5 кВт

**Роздільна
здатність кодера**



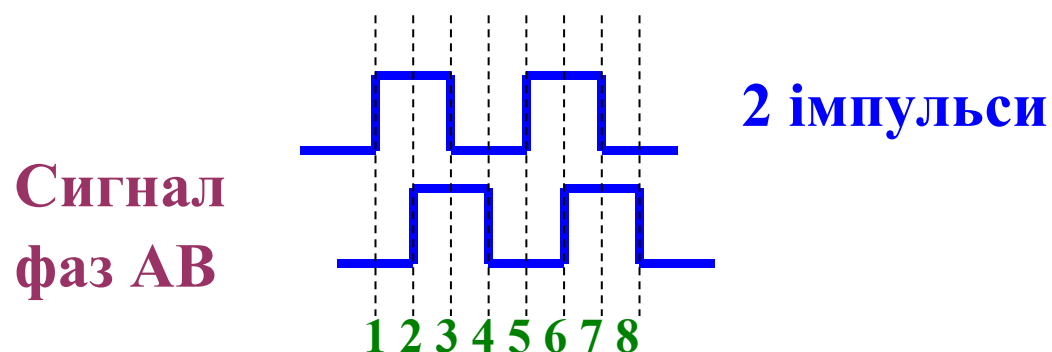
Діапазон потужності
0,1 кВт ~ 7,5 кВт
11 та 15 кВт, скоро



- Номінальний крутний момент: 0,32 Нм ~ 47,74 Нм
- Макс. Крутний момент: 0,96 Нм ~ 119,36 Нм
- Швидкість обертання: 1000 об/хв ~ 5000 об/хв
- Роздільна здатність кодера: 2500 ppr, 17 біт, 20 біт

Три шкали роздільної здатності кодера

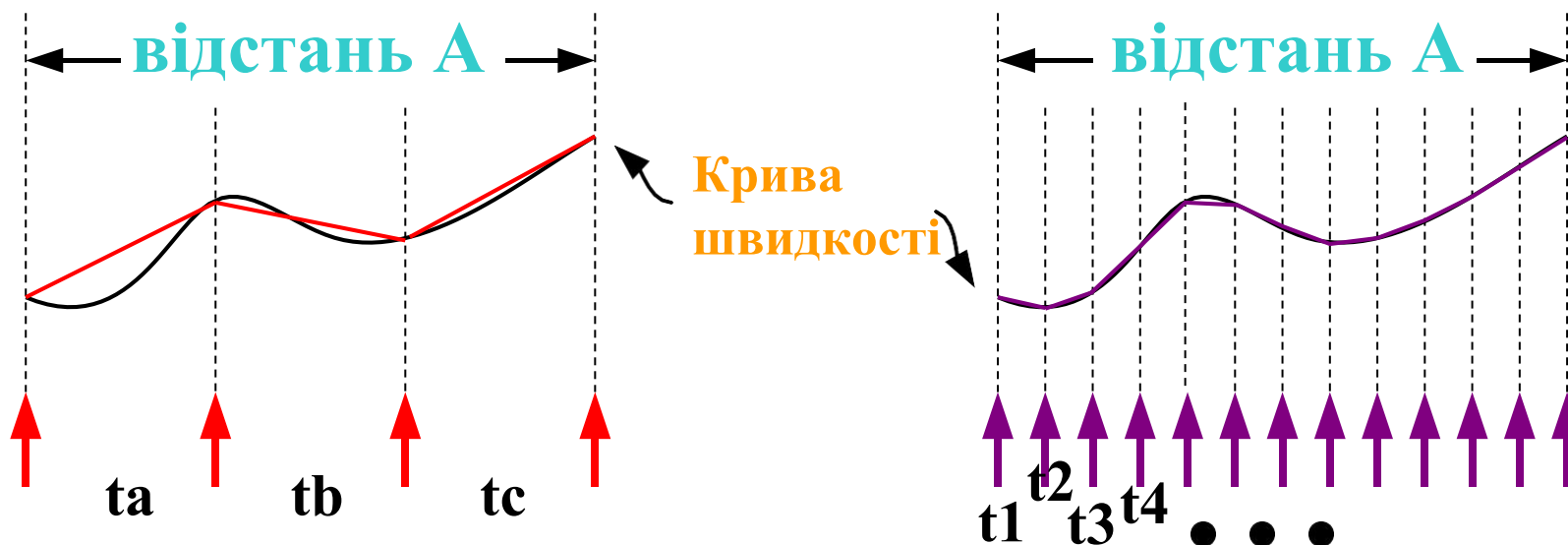
- Кодер 2500 ppr, який є кодером фази АВ, надсилатиме 10000 імпульсів за оберт.



- Позначення 20-бітового кодера представляє його рівень замість кількості поділок на оберт, оскільки він спілкується з серводвигуном через протокол зв'язку, а не через імпульсний сигнал.
- 17 біт => 160 000 p/r ($> 2^{17} = 131\,072$)
- 20 біт => 1 280 000 p/r ($> 2^{20} = 1\,048\,576$)

Кілька переваг

- Положення ротора не може бути відоме, поки він не знаходиться в точці поділу.
- Чим вища роздільна здатність, тим більша точність позиціонування.
- Чим вища роздільна здатність, тим краща стабільність на низькій швидкості.
- Чим вища роздільна здатність, тим менший акустичний шум.



Низька роздільна здатність

Висока роздільна здатність

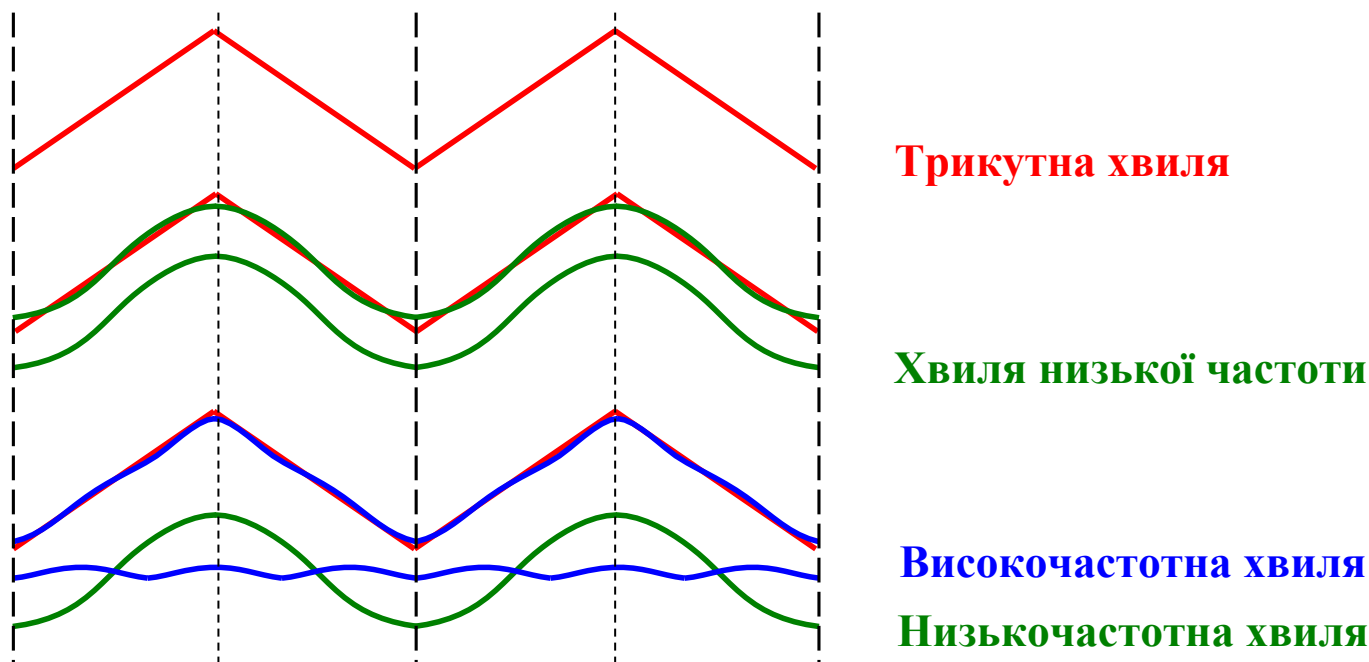
Часова область і частотна область

- Час встановлення – для часової області, а пропускна здатність – для частотної області.
- Час встановлення $\propto (k / \text{пропускна здатність})$
- Приріст швидкості $\propto (k * \text{пропускна здатність})$



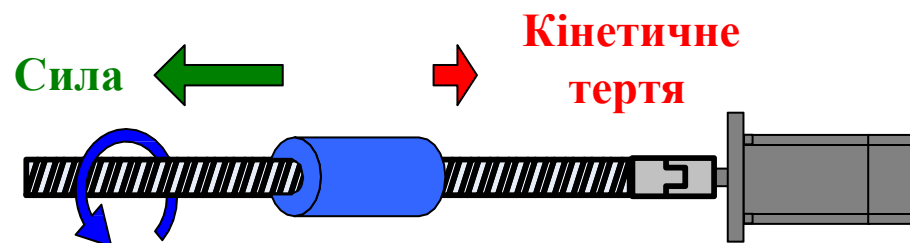
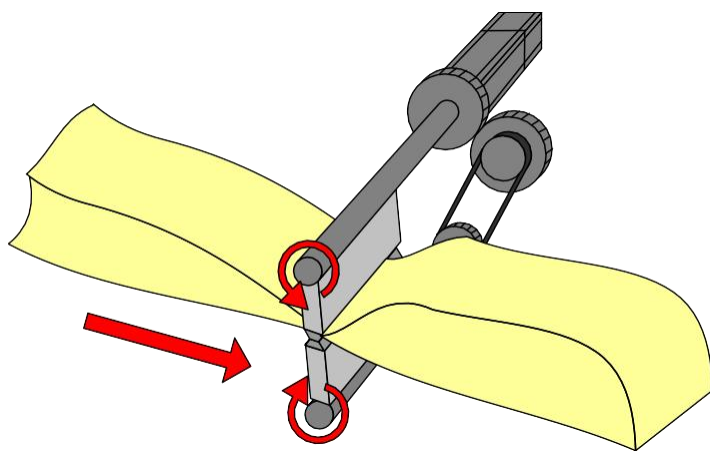
Інтерпретувати з точки зору рядів Фур'є

- Функція періоду може бути розкладена на кілька коливальних функцій рознесених частот.
- Чим гостріший сигнал, тим вищої частоти утворюються хвилі.
- Система з високою пропускнуою здатністю може прийняти команду, не втрачаючи її гострого сегмента.



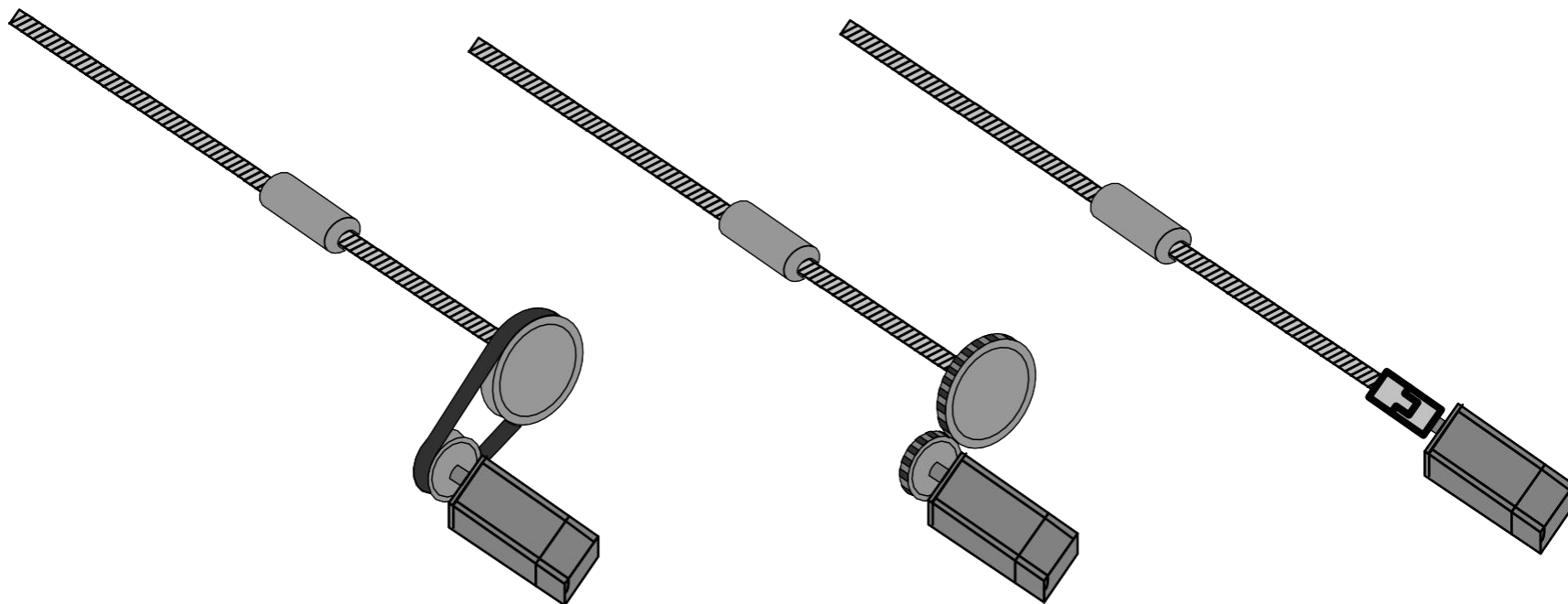
Оцінити здатність системи протистояти перешкодам

- **Порушення є скрізь.**
- **Усі рухи, що призводять до зміни навантаження, можна віднести до порушення.**
- **Вищий коефіцієнт посилення означає швидшу реакцію, яка може налаштувати систему, щоб швидко позбутися ефекту зміни навантаження.**



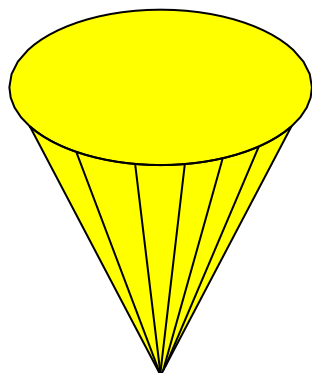
Підключений до реакції системи

- Чим більш жорстка система, тим вища її пропускна здатність.
- Резонансна частота жорсткої системи завжди вище.
- Це необхідно враховувати на етапі розробки машини.

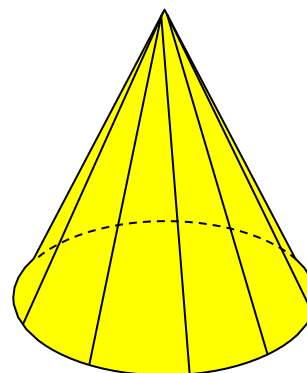


Промисловість VS Академічна

- **Стійкість** визначається для системи до того, як вона перетвориться на автоколивальний в академічній.
- **Це нереально для промисловості, навіть якщо вона не є автоколивальною.**
- **Стабільність** вимагається, щоб відповідати вимогам роботи машини; відмінна плавна швидкість і точне позиціонування, наприклад, у світі ЧПК.



Нестабільний



Стабільний

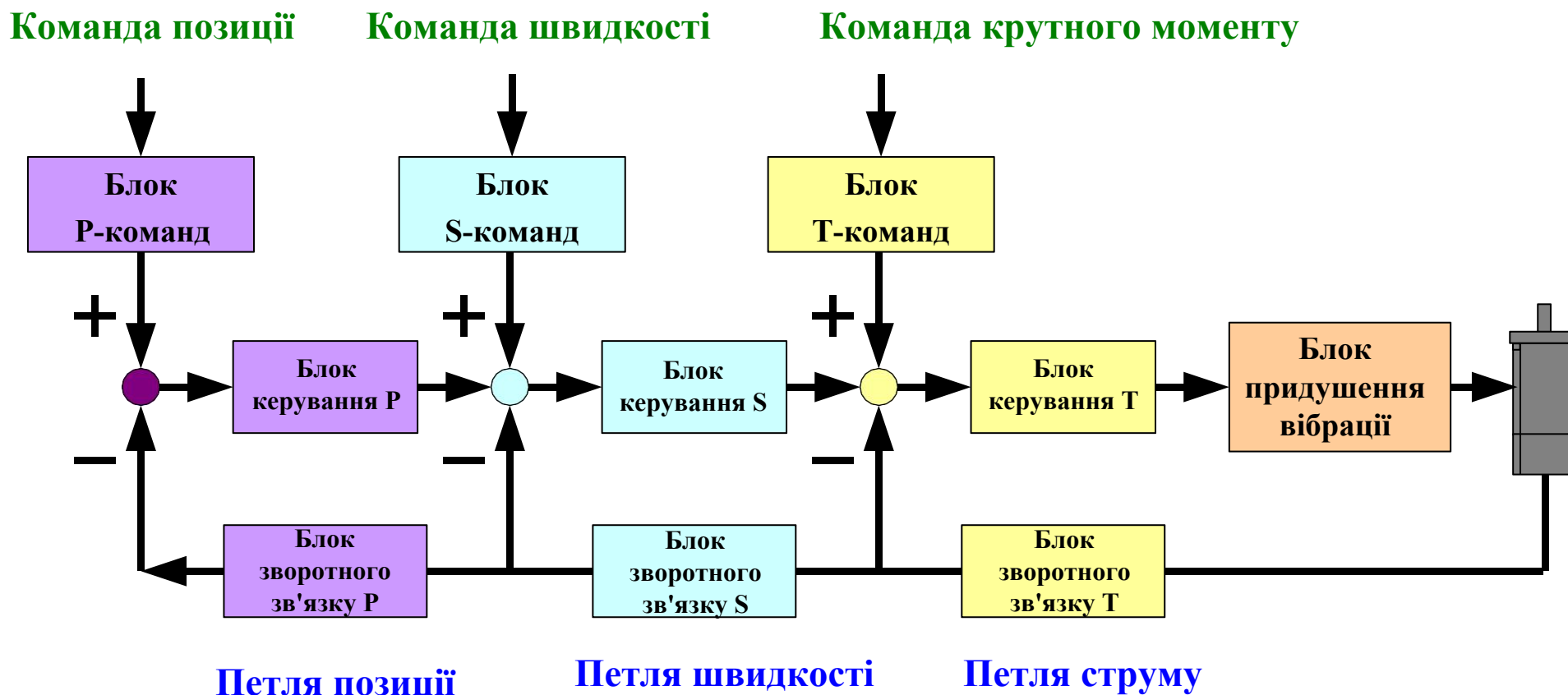
Таблиця поруч призначена для ASDA-A2

- Більшість режимів роботи спільні для всіх серій.
- Для отримання детальної інформації зверніться до посібників користувача.

Режим	Pt	Pr	S	T	Sz	Tz
Одиночний режим						
00	✓					
01		✓				
02			✓			
03				✓		
04					✓	
05						✓
Подвійний режим						
06	✓		✓			
07	✓			✓		
08		✓	✓			
09		✓		✓		
0A			✓	✓		
Режим CANopen						
0D	✓	✓				
Кілька режимів						
0E	✓	✓	✓			
0F	✓	✓		✓		

Кілька каскадних циклів

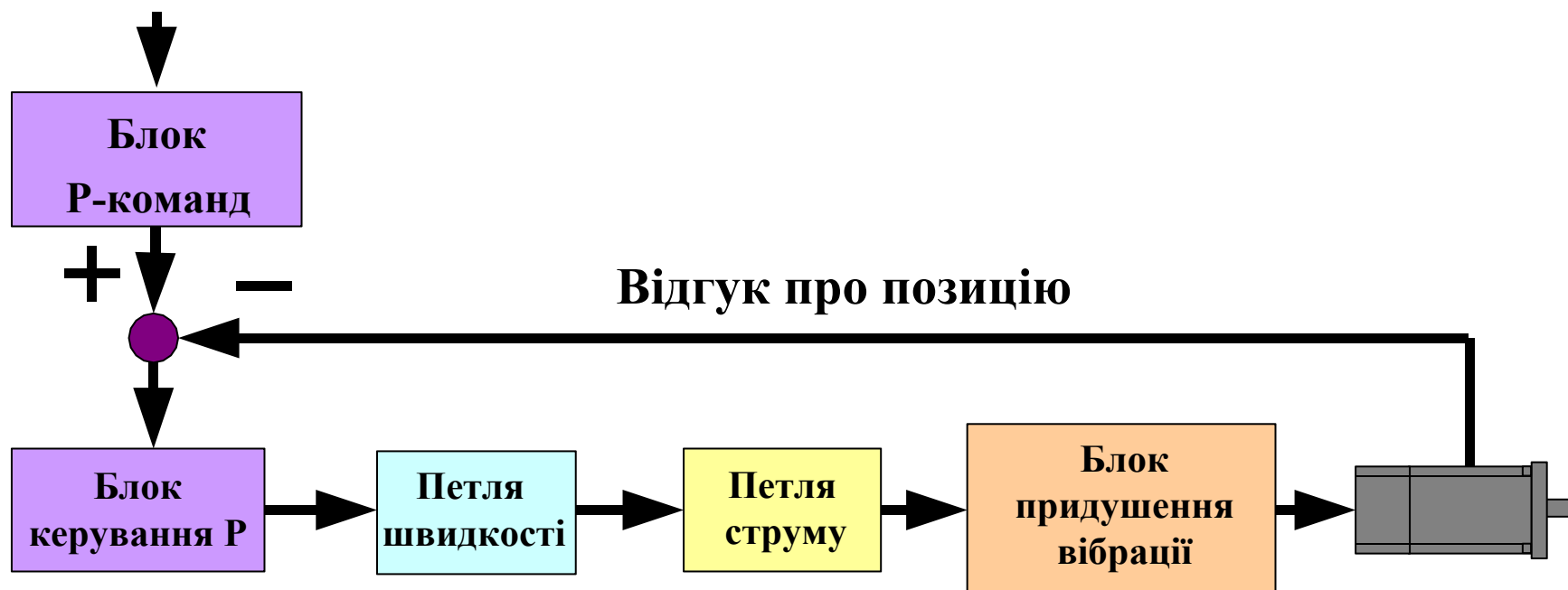
- Петля позиції, петля швидкості та петля струму.



Шлях контролю позиції

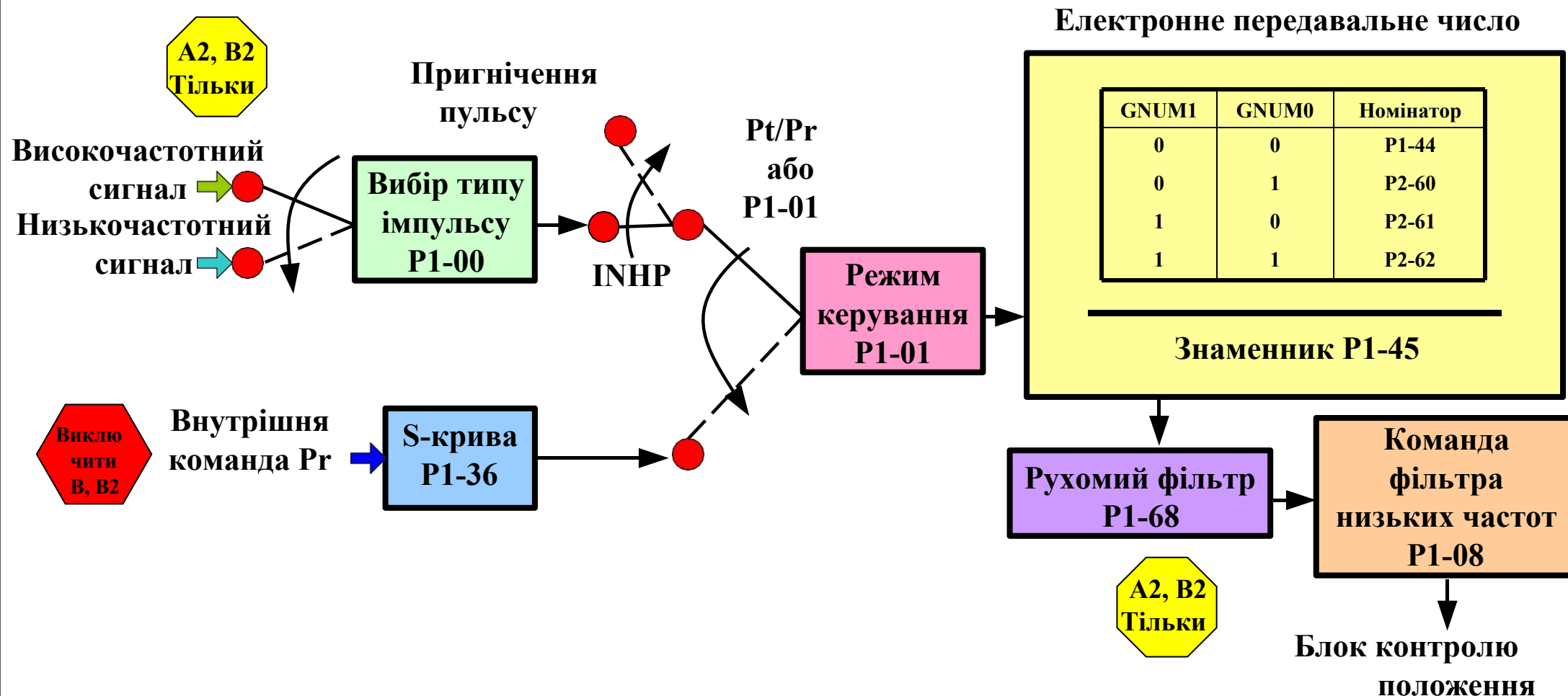
- Блок керування положенням, блок керування положенням, контур швидкості, контур струму та блок придушення вібрації.

Команда позиції



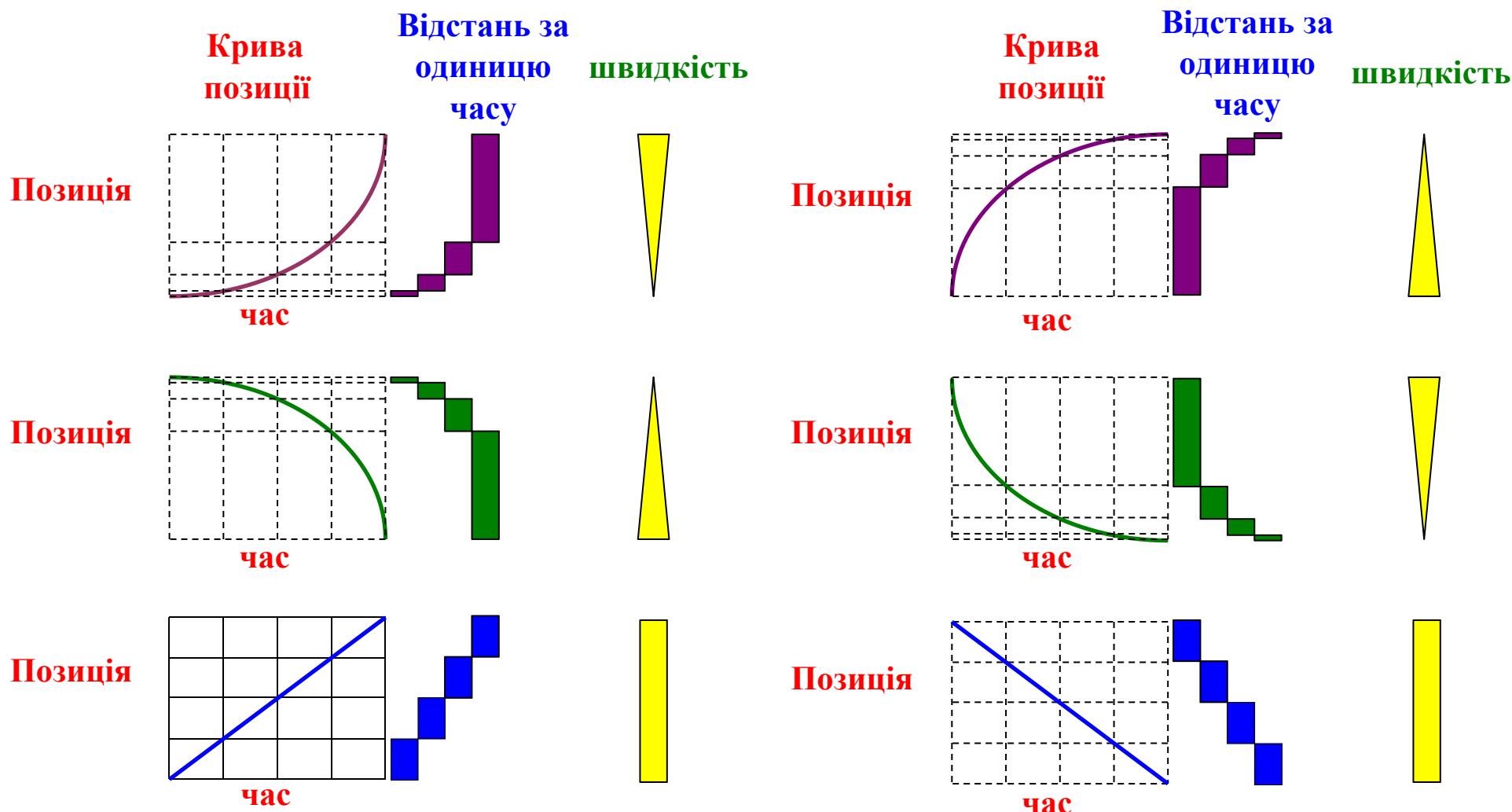
Команда розташування та вибір джерела

- Вибір типу імпульсу, режим керування, електронне передавальне число, рухомий фільтр і блок керування положенням.



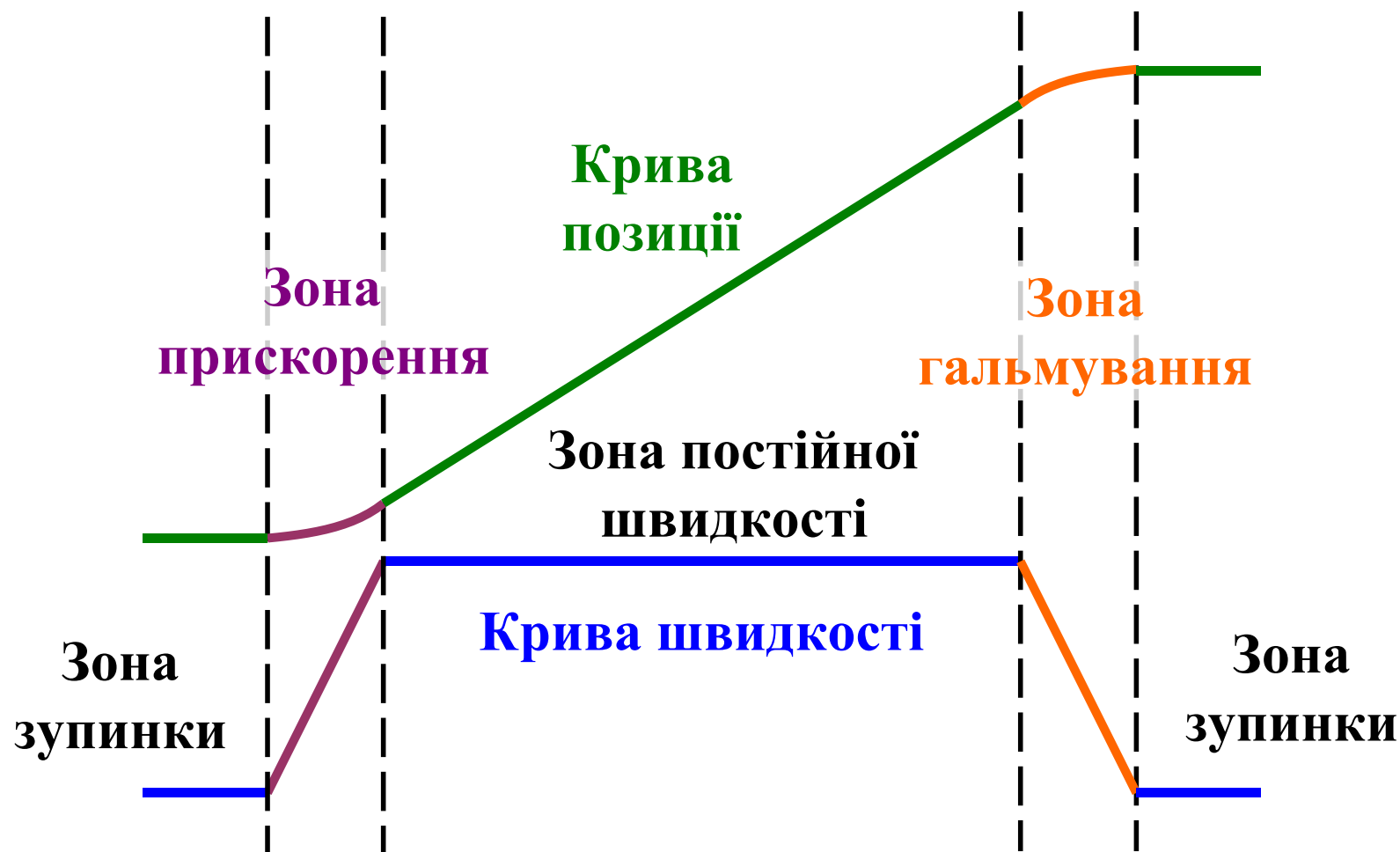
Крива позиції визначає швидкість

- Чим більшу відстань пройдено за одиницю часу, тим більшою буде швидкість.



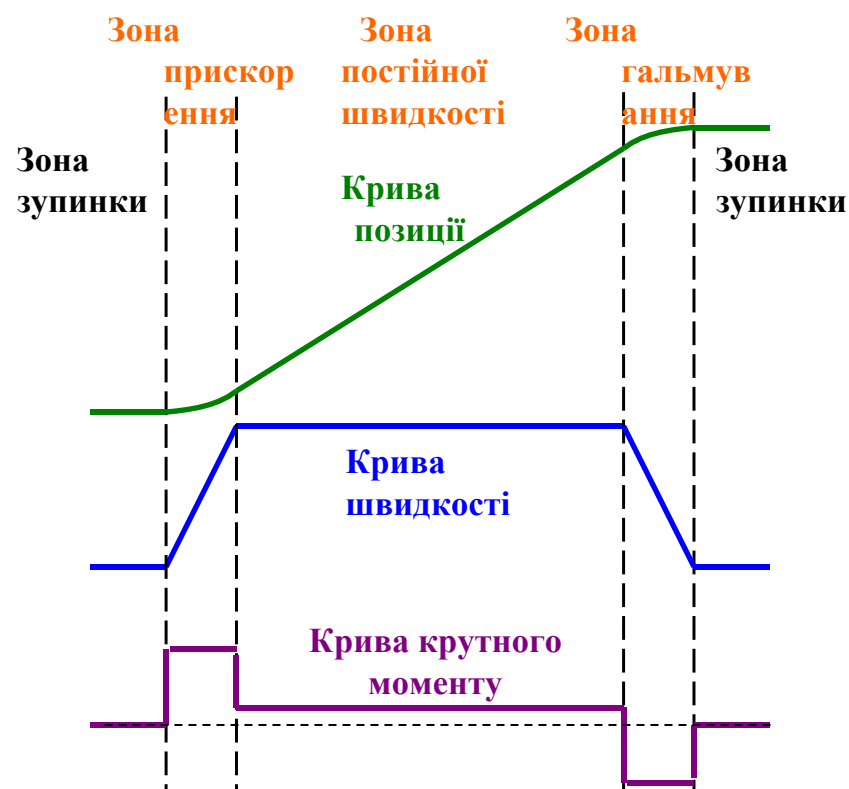
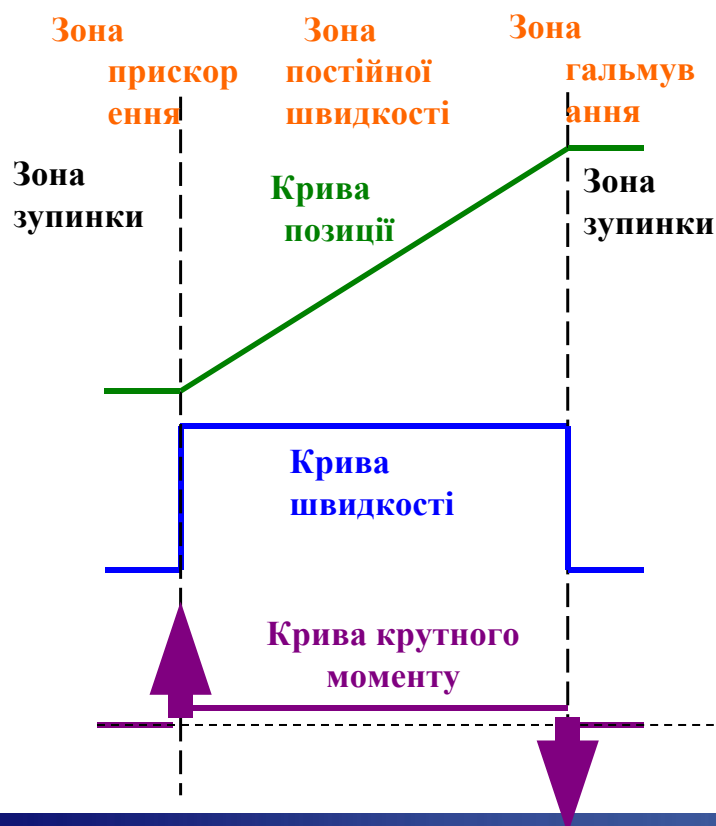
Для чого потрібна S-крива

- Для плавного руху необхідно створити зону прискорення та зону уповільнення.



3 точки зору реального світу

- Імпульсна функція не існує у фізичному світі; це ще один погляд на те, чому нам потрібна S-крива.
- Якщо зона прискорення або уповільнення коротка, система повинна бути здатна пропонувати величезну потужність за короткий час, інакше привід працюватиме в режимі насичення і не зможе добре виконувати команди.



Що таке насичення

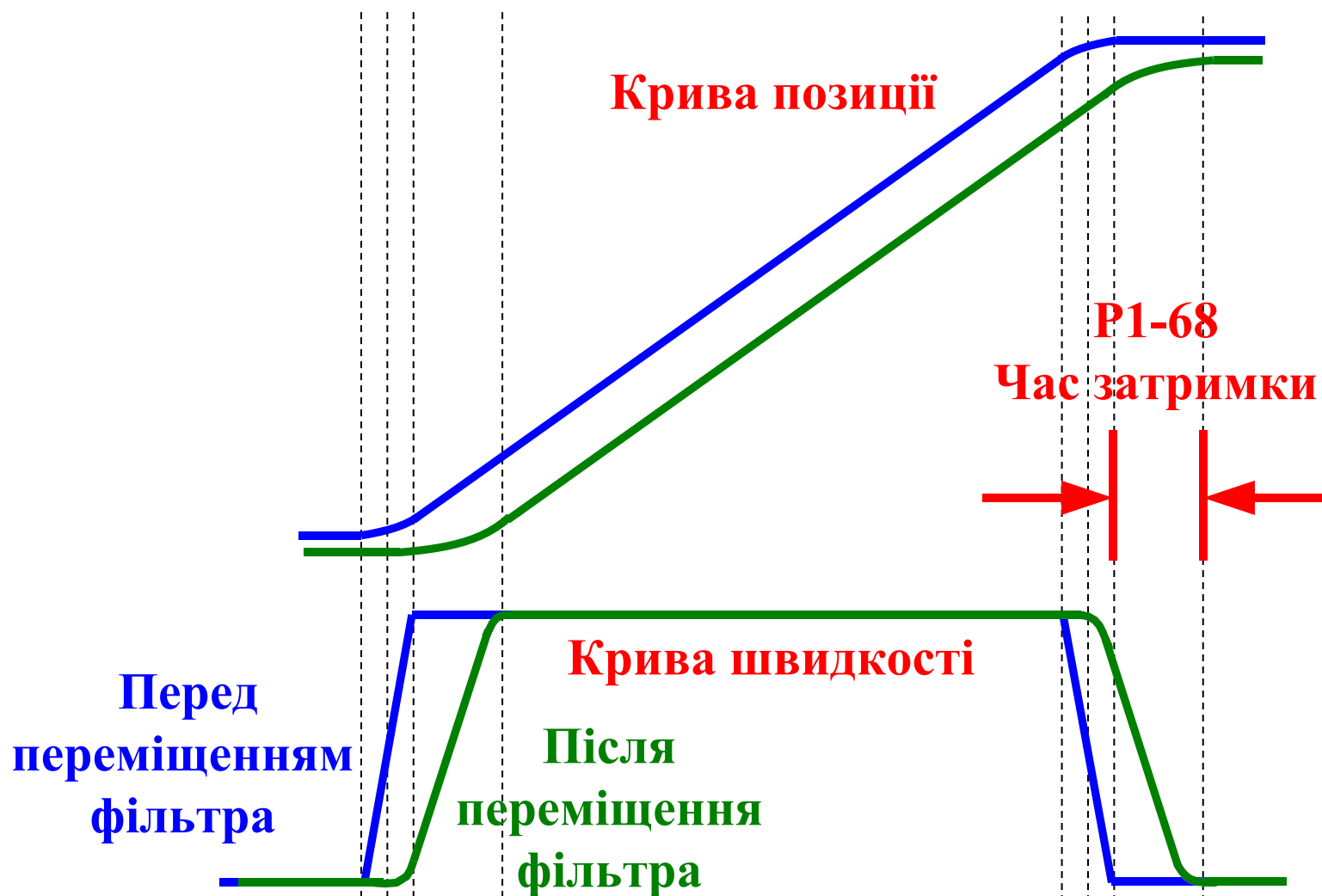
- Сервопривід для виведення потужності з максимальною здатністю називається насиченням.
- Коли відбулося насичення, виконати команду неможливо, якщо команда продовжує запитувати енергію від сервоприводу, збільшуючи швидкість, наприклад.
- У насиченому стані збурення матиме великий вплив на сервосистему, оскільки сервосистема не має більше потужності, щоб справлятися із зовнішньою силою.



Р1-68 Функція рухомого фільтра

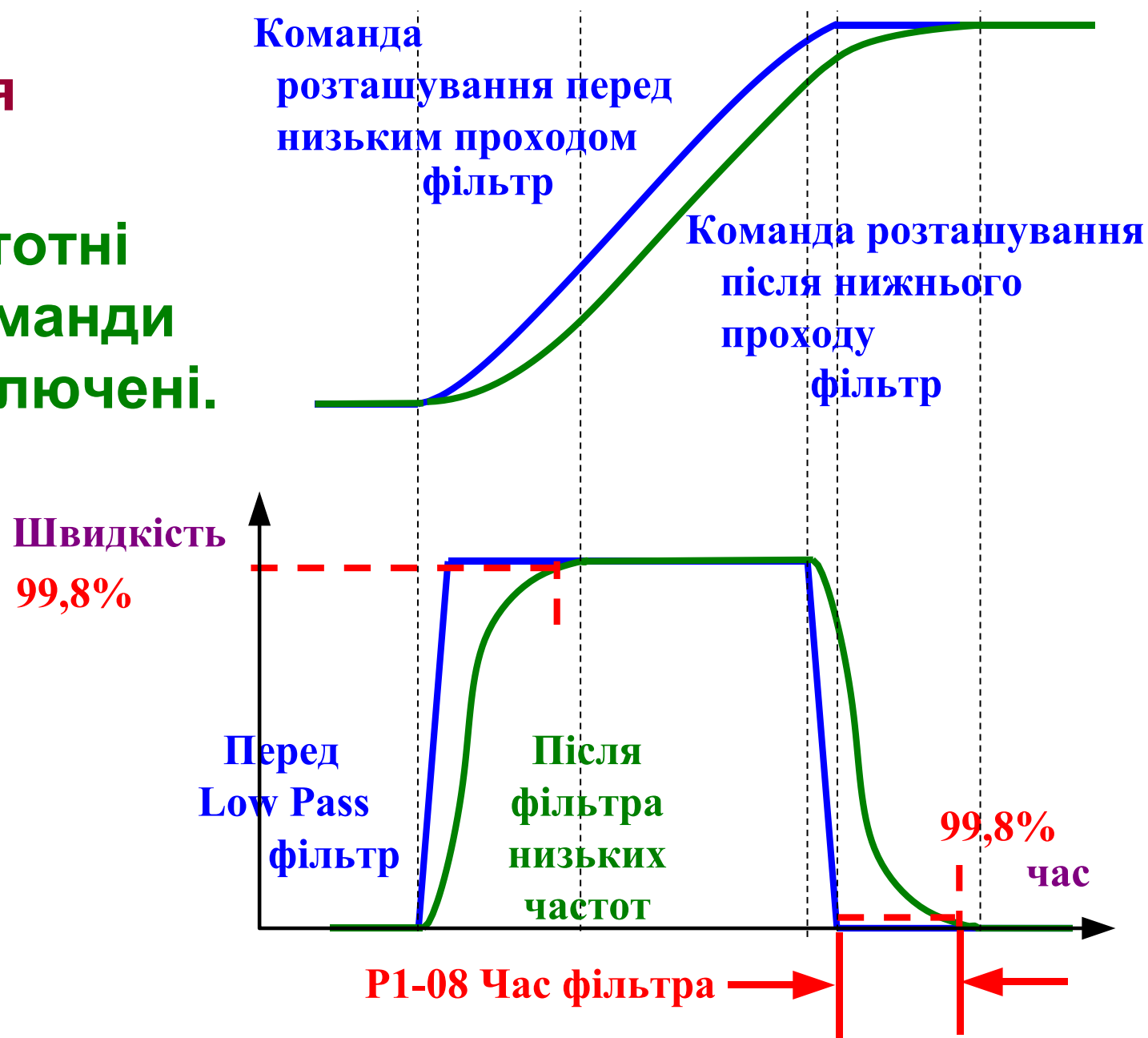
- Він може згладити команду і вийде з певною затримкою часу.

А2, В2
Тільки



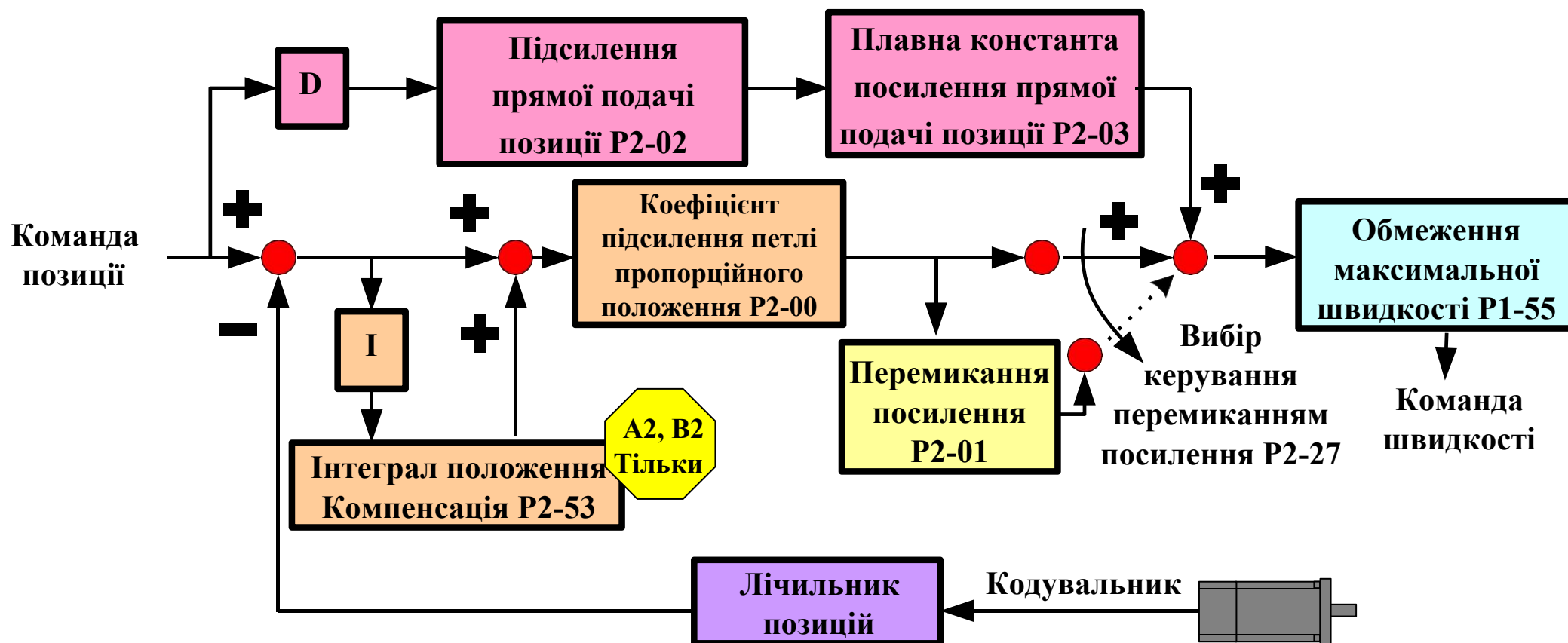
Р1-08 Команда згладжування позиції

- Високочастотні частини команди будуть виключені.



Налаштування підсилення циклу позиції

- Пропорційне посилення петлі позиції, інтегральна компенсація позиції, посилення прямої подачі позиції



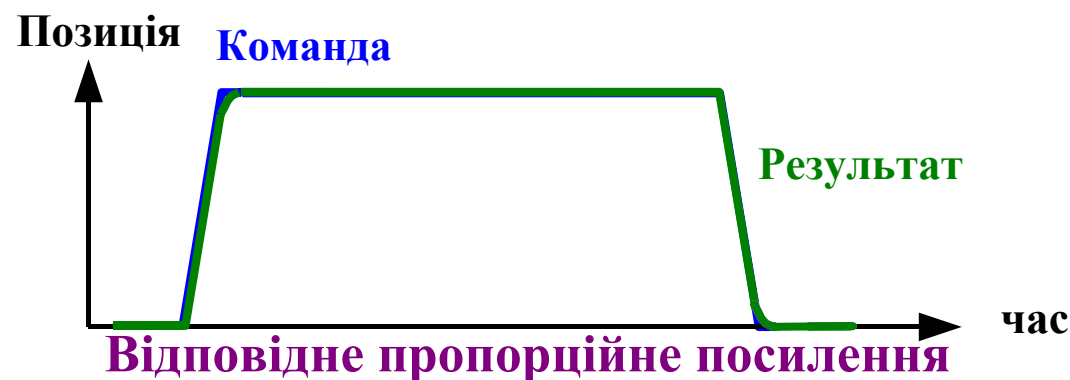
Визначення Різниця

- Існують два різні визначення «Feed-Forwards» від системи Delta до тих, які відомі громадськості. «Попередня **передача позиції**» в Delta традиційно називається «**Попередня подача швидкості**», а «**Попередня подача швидкості**» в системі Delta ASDA зазвичай називається «**Попередня подача крутного моменту**».

Назва в Конвенції	Назва в Delta
Швидкість подачі вперед	Позиція Feed-Forward
Пряма подача крутного моменту	Швидкість подачі вперед

Р2-00 Команда позиції швидкості годування

- Чим вище пропорційне посилення позиції, тим швидше команда позиції подається в контур швидкості.
- Коефіцієнт посилення петлі позиції має бути рівним або меншим ніж $\frac{1}{4}$ посилення петлі швидкості, щоб уникнути перевищення положення.



Перевищення положення проти перевищення швидкості

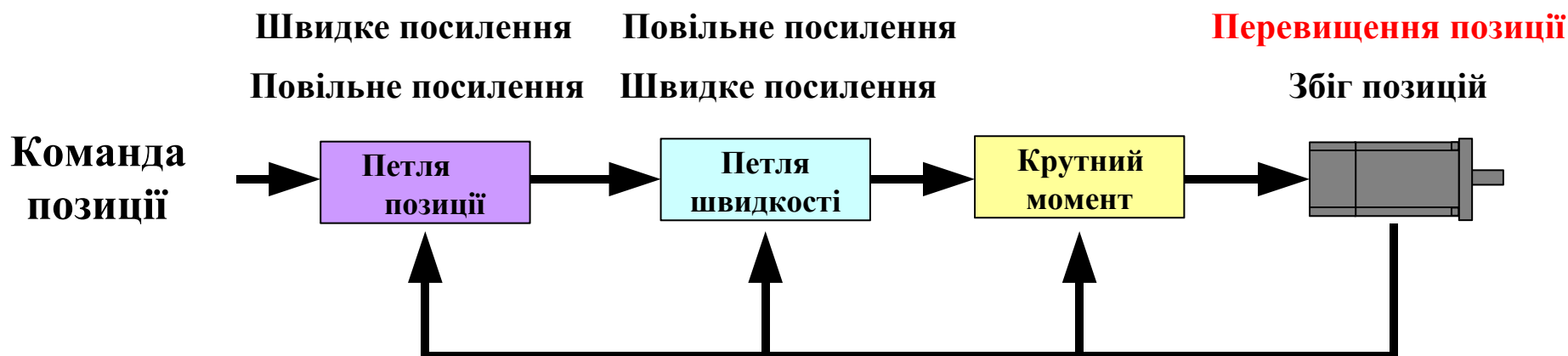
- Перевищення положення означає, що двигун перетинає цільове положення та повертається в положення. Перевищення позиції іноді може спричинити катастрофічну катастрофу. Це завжди слід пам'ятати під час налаштування.
- Перевищення швидкості призведе до того, що двигун перевищить цільову швидкість під час перехідного стану. Іноді двигун буде налаштовано на перевищення швидкості на 5%~10% для підвищення продуктивності системи.

Перевищення позиції



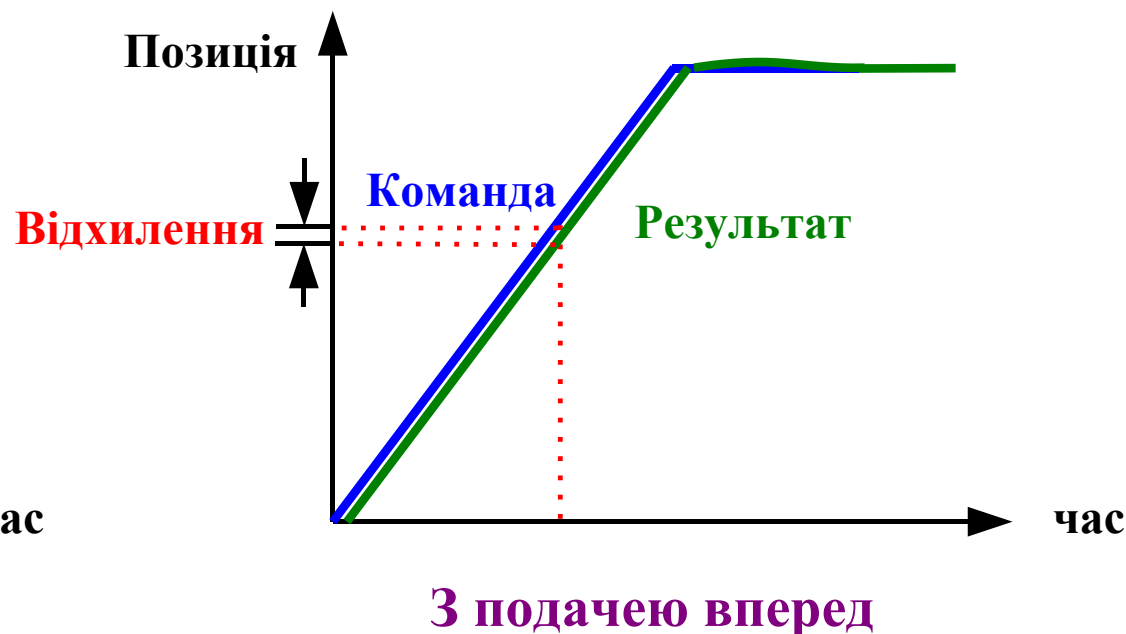
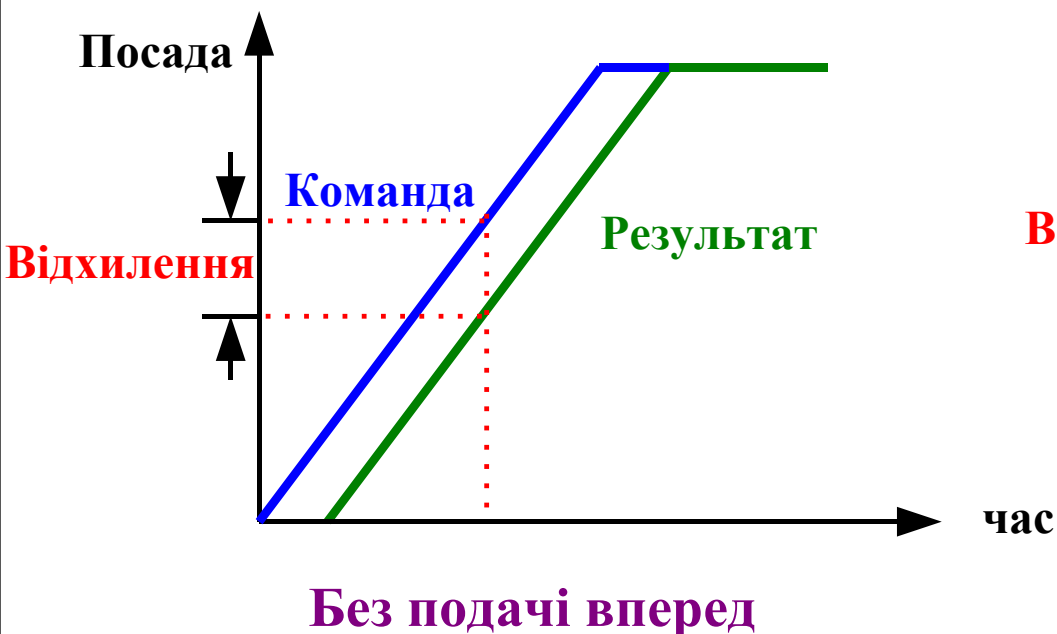
Коефіцієнти петлі не збігаються

- Чим ближче петля до навантаження, тим вищим має бути посилення петлі.
- У системі Delta коефіцієнт підсилення контуру швидкості краще встановити в 4 рази більше, ніж коефіцієнт підсилення контуру позиції, щоб не викликати перерегулювання положення. Це загальне правило, не завжди, але зазвичай.



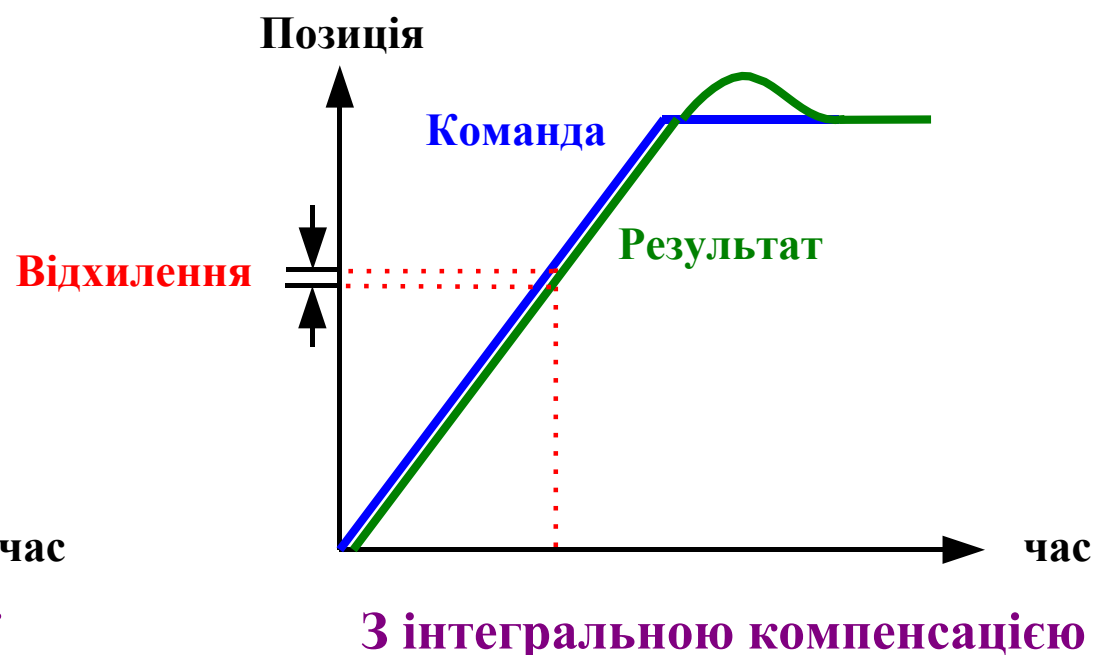
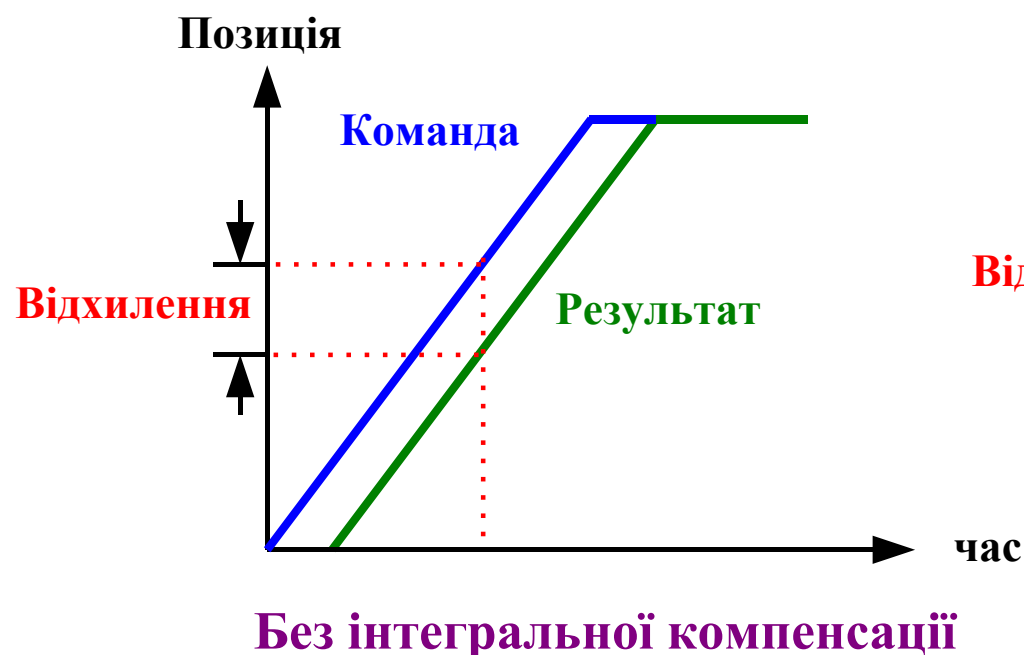
Р2-02 Відрізнити команду позиції безпосередньо від команди швидкості

- Як ми зазначали раніше, це умовно називається **Speed Feed-Forward**.
- Посилення прямого зв'язку покращить реакцію системи без руйнування її абсолютної стабільності.



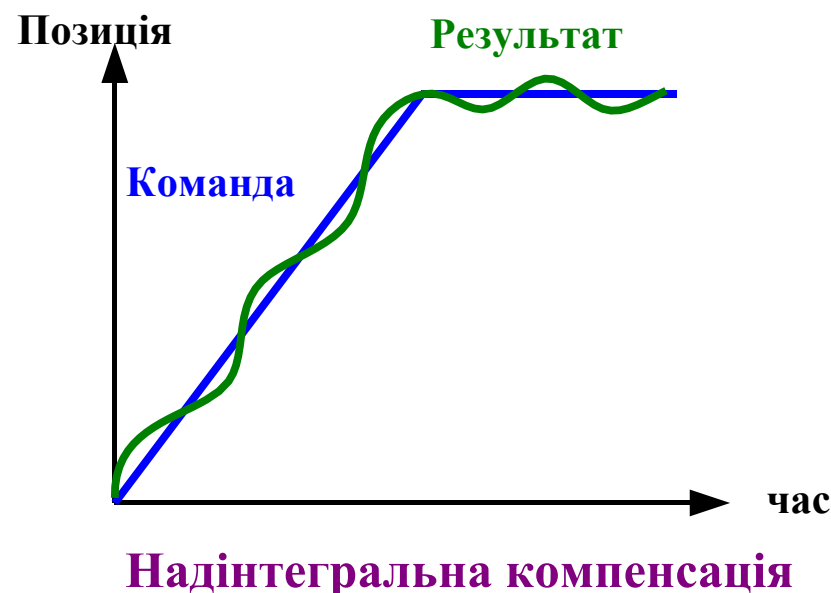
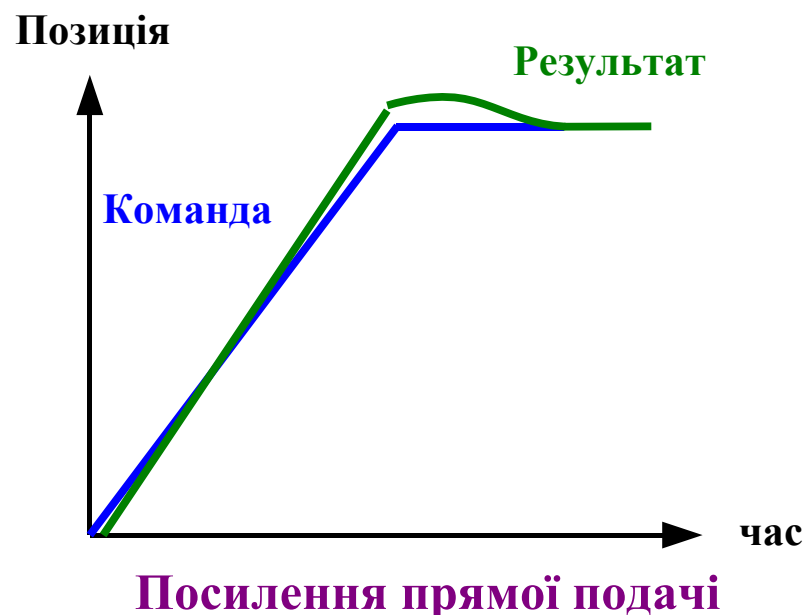
Р2-53 Скоротить відхилення позиції при постійній швидкості

- Ця функція доступна лише для серій A2 і B2.
- Цією функцією дуже легко викликати перевищення положення. Перевірте всі умови машини перед її запуском.



Яка різниця

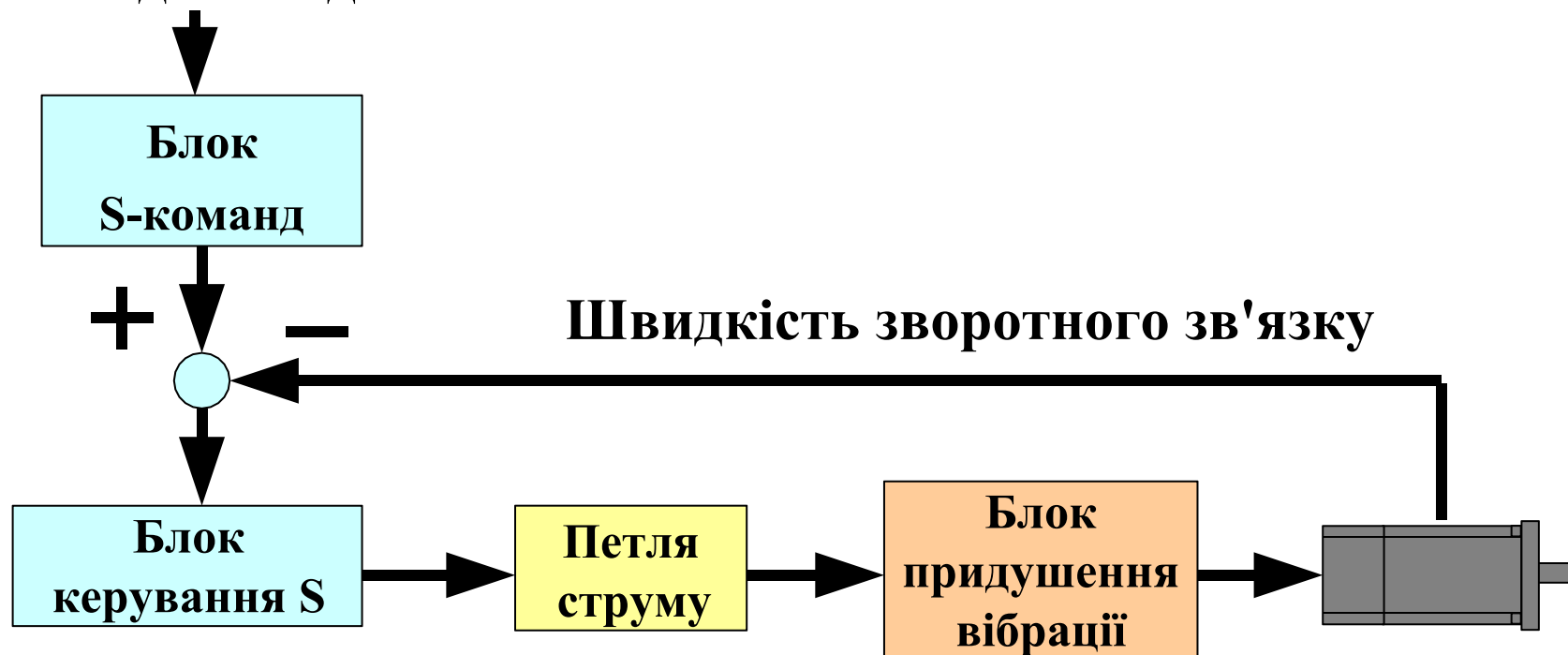
- Прямий зв'язок намагається змінити команду, де інтегратор містить низькочастотні збурення та виправляє помилку в стаціонарному стані.
- Перевищення прямого посилення не призведе до самоколивань системи, але це робить інтегратор.
- Технологія Feed-Forward може полегшити навантаження на контур керування.



Шлях контролю швидкості

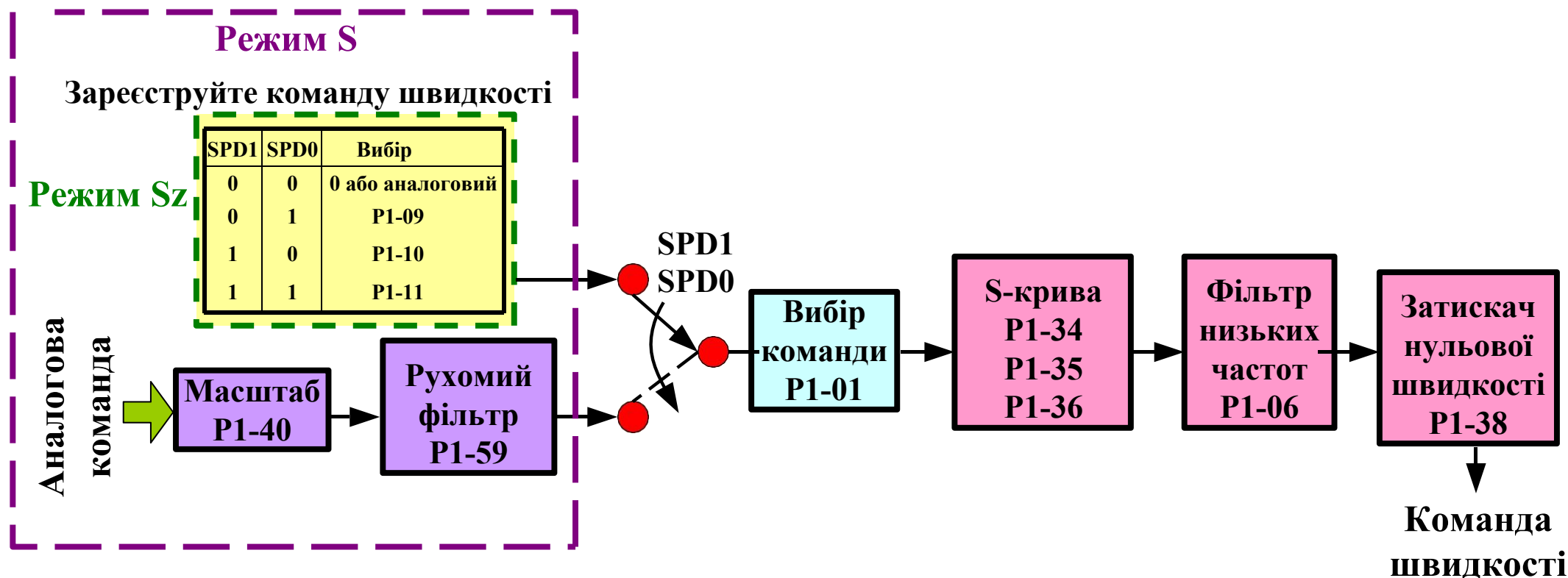
- Блок керування швидкістю, блок керування швидкістю, контур струму та блок придушення вібрації

Команда швидкості



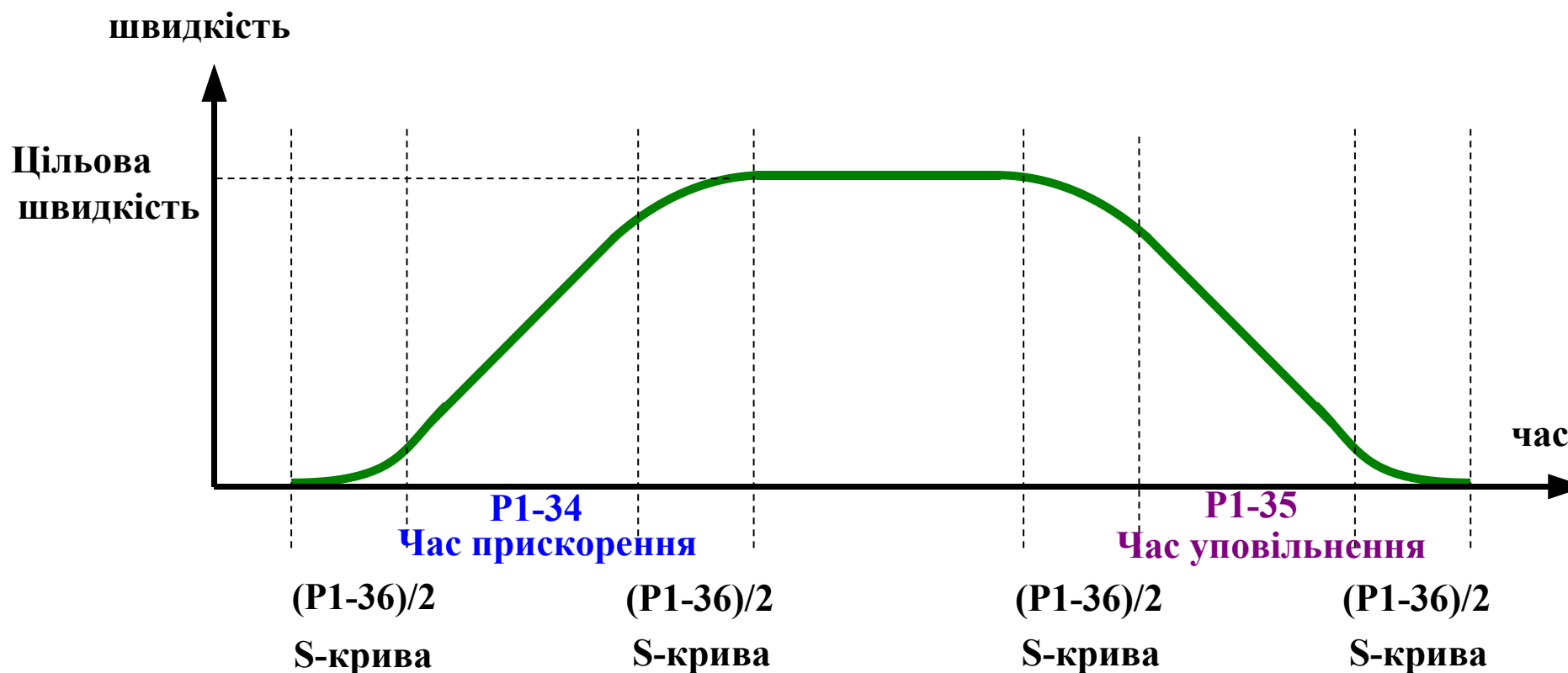
Команда швидкості та вибір джерела

- Вибір аналогових і цифрових команд, модифікатор S-кривої, фільтр низьких частот і фіксатор нульової швидкості



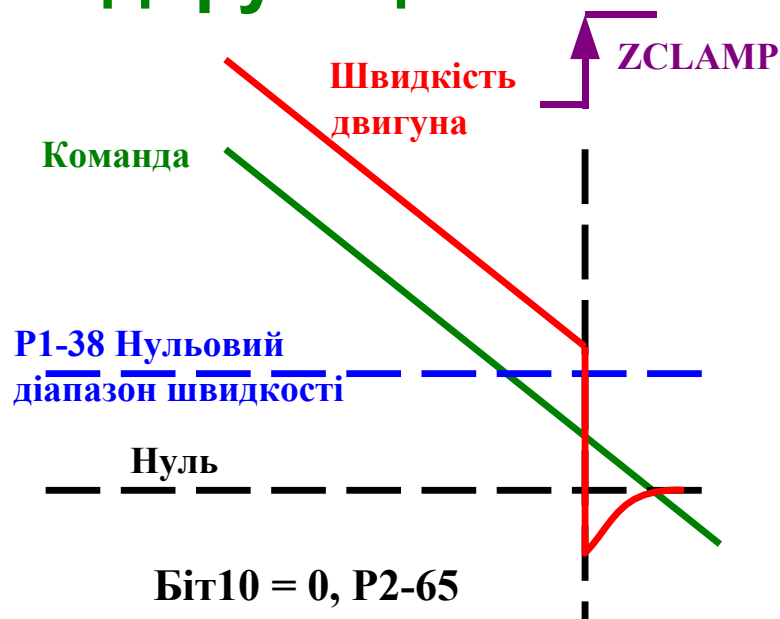
Згадайте команду

- Час прискорення, час уповільнення та час S

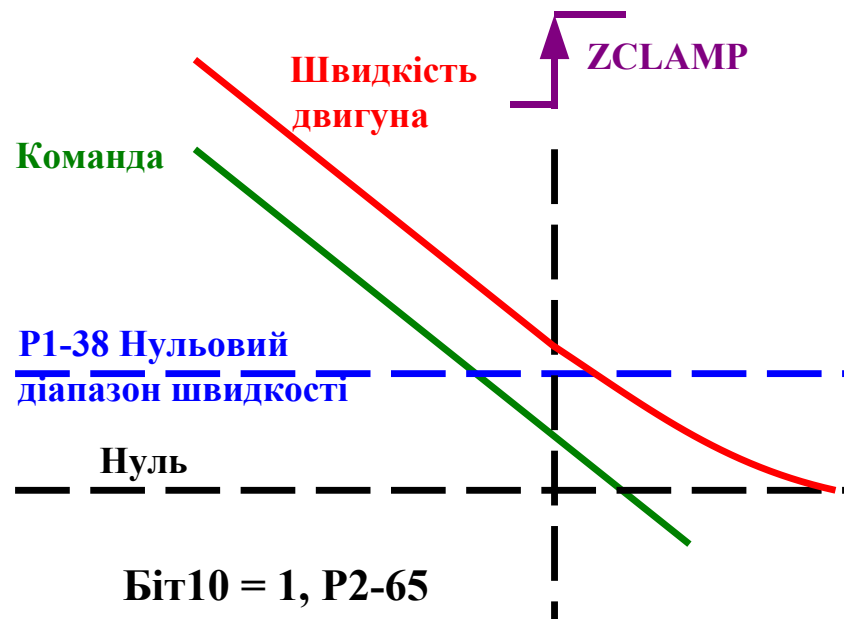


P1-38 ZSPD Нульова швидкість

- Налаштування нульової швидкості = режим швидкості + досягнення рівня, встановленого в P1-38+ ZCLAMP DI Enable
- Біт 10 в P2-65 може визначити, чи зупиниться двигун негайно в момент виконання всіх умов.
- Код функції DI ZCLAMP – 0x05.



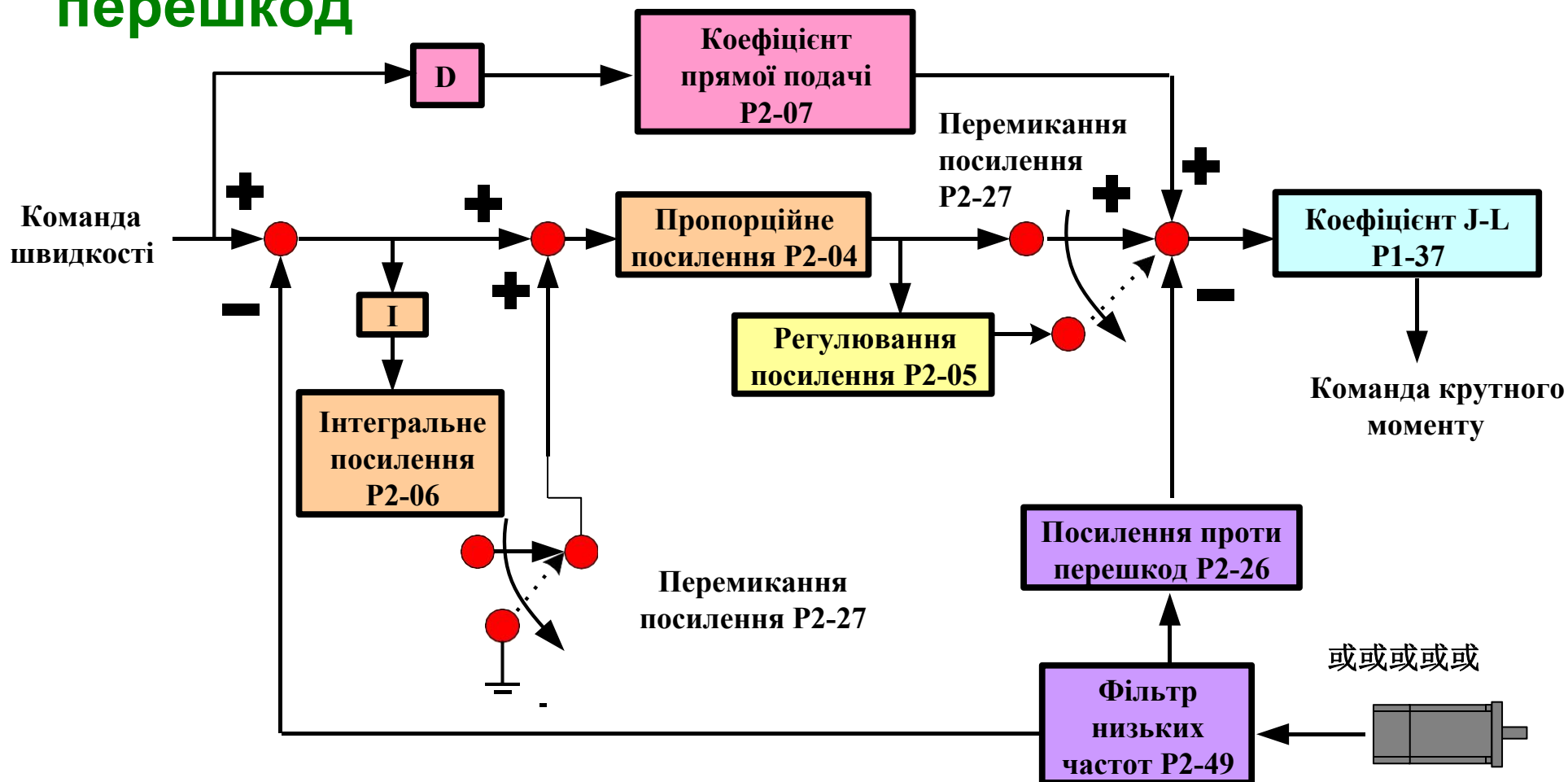
Точна позиція



Плавна швидкість

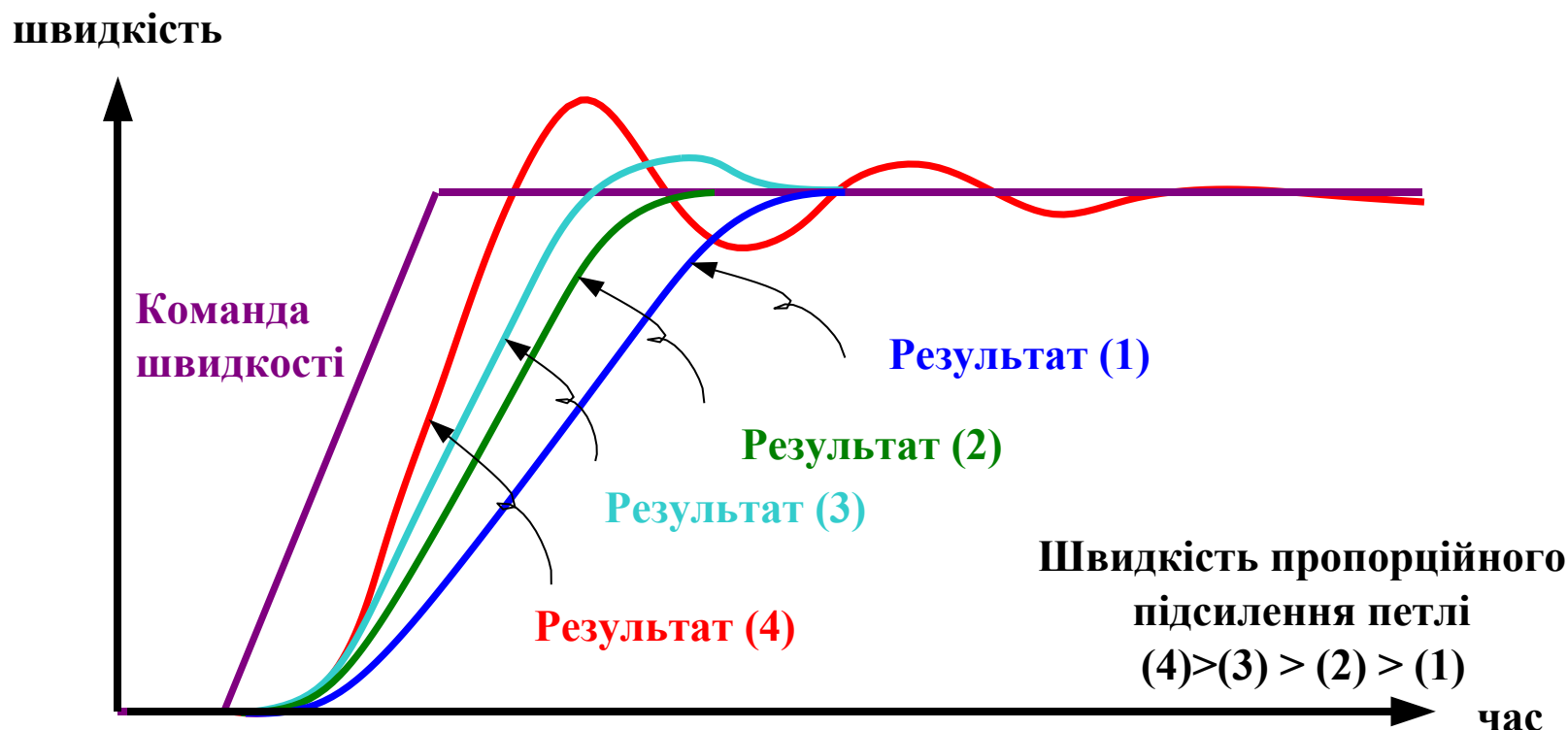
Налаштування підсилення петлі швидкості

- Пропорційне посилення контуру швидкості, інтегральна компенсація швидкості, посилення прямої подачі швидкості та посилення захисту від перешкод



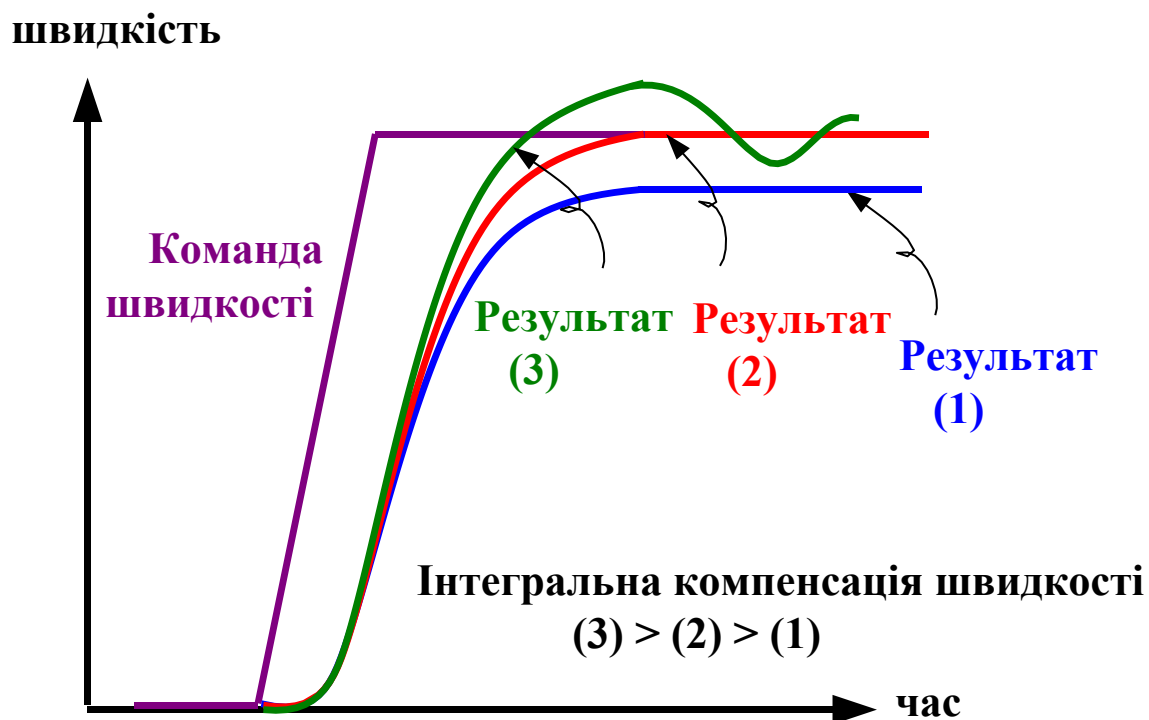
Р2-04 Зробіть систему більш чуйною

- Чим вище посилення, тим швидше реагує система.
- Більший коефіцієнт підсилення посилює систему, яка має кращу здатність справлятися з перешкодами.
- Високе посилення може спричинити перевищення швидкості.



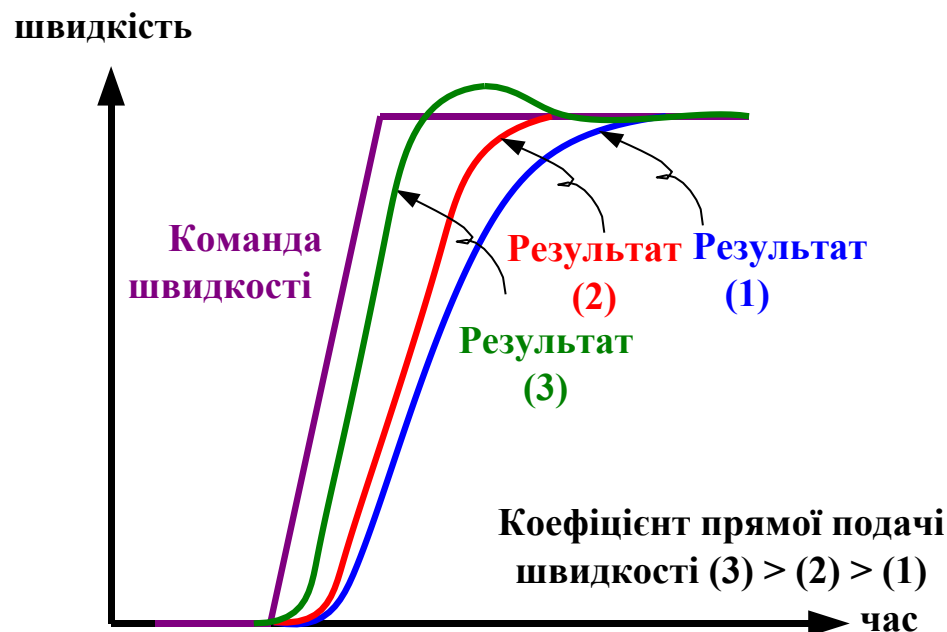
Р2-06 Удосконалення помилки стійкого стану

- Стаціонарну помилку можна суттєво виправити інтегральним посиленням.
- Інтегратор може використовувати для усунення низькочастотних перешкод, наприклад, кінетичного тертя.
- Інтегральний компенсатор дуже легко привести систему в нестійкий стан, звужуючи її запас по фазі.



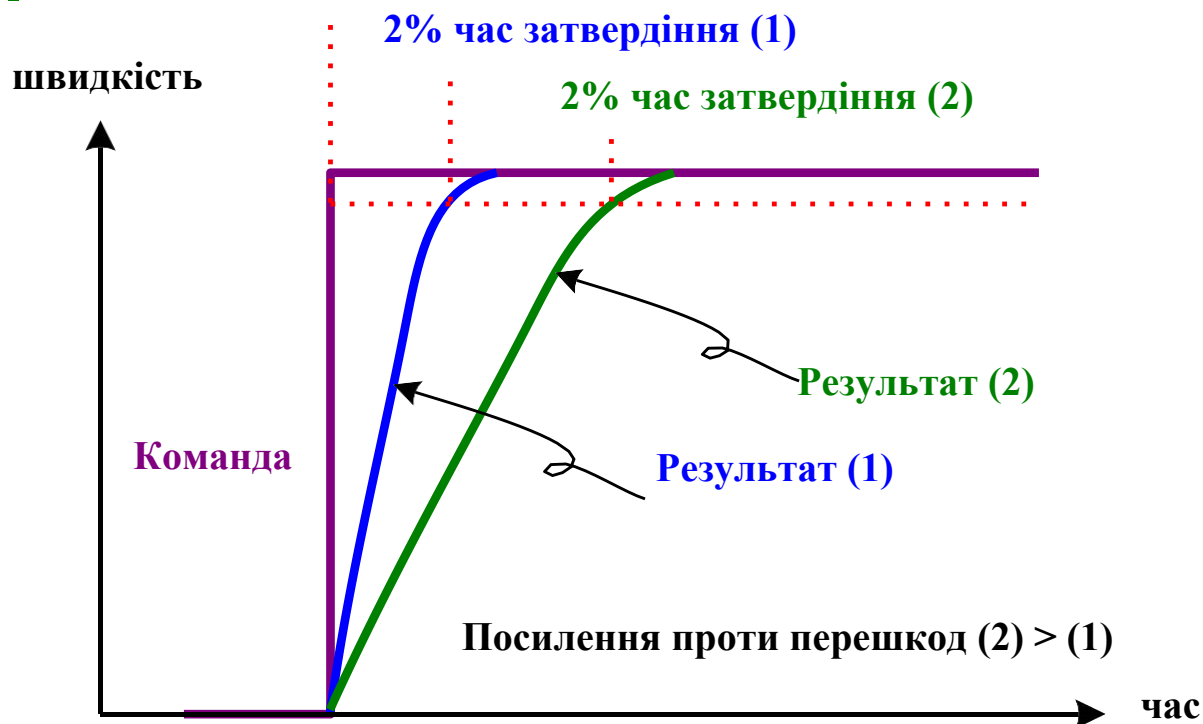
Р2-07 Збільште швидкість подачі команди

- Як ми зазначали раніше, це називається передаванням крутного моменту .
- Коли команда змінюється, передайте різницю команд безпосередньо в систему. Це зменшить навантаження на контур керування.
- Це може вплинути на перехідний стан, і перевищення швидкості може бути викликане великим посиленням.



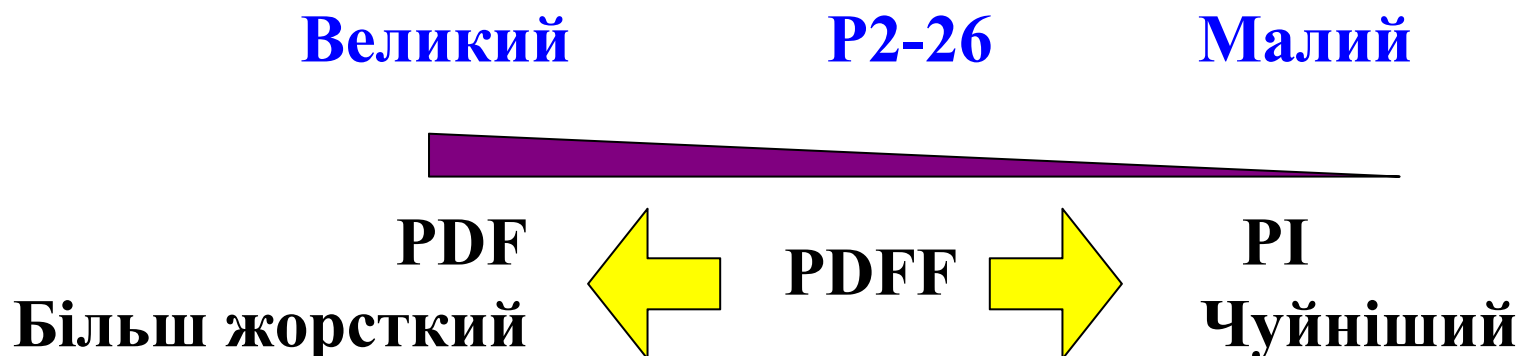
Р2-26 Рівень опору перешкодам

- Чудовий засіб для стримування занепокоєння.
- Побічним ефектом є збільшення часу осідання та зниження його чутливості.
- Якщо значення за замовчуванням Р2-26 дорівнює Р2-06, краще не створювати перевищення швидкості.



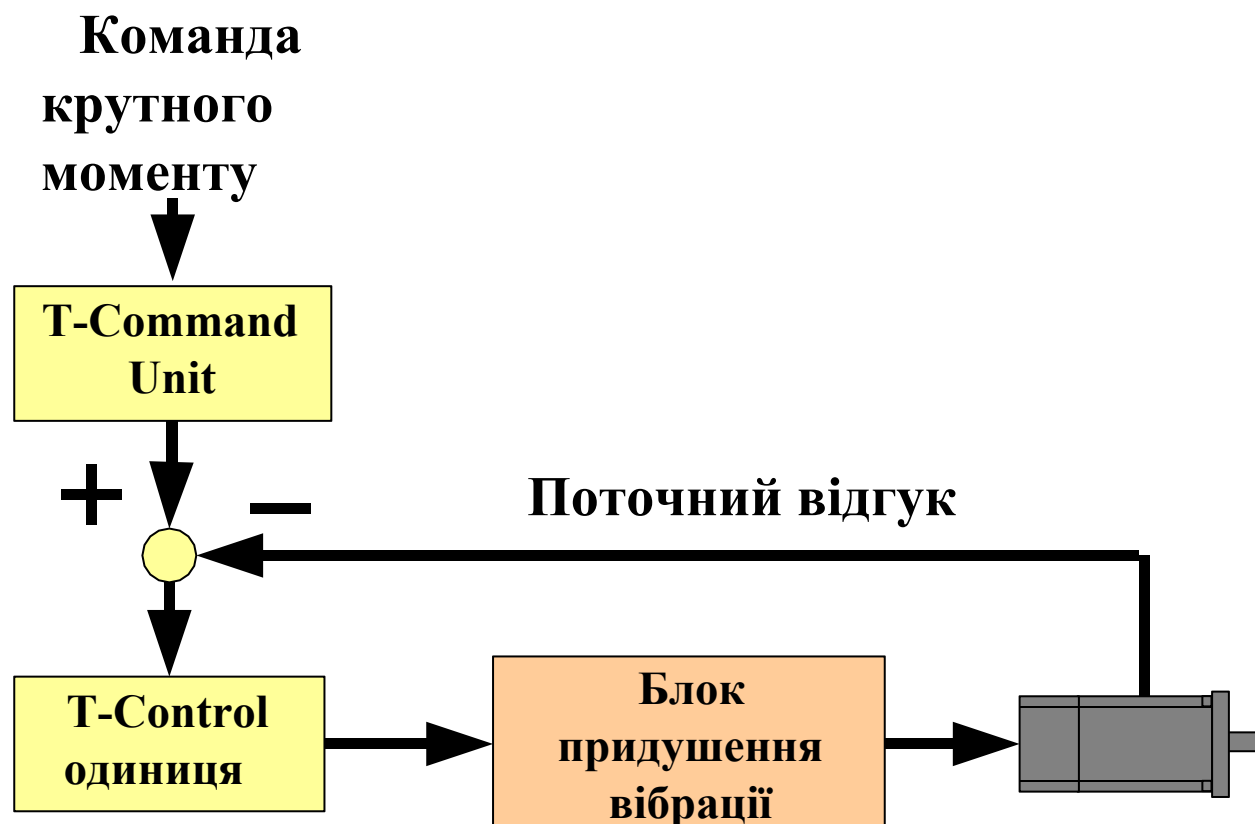
Псевдопохідний зворотний зв'язок із прямим зв'язком

- **Серія ASDA використовує відомий скелет управління під назвою PDFF.**
- **Регулюючи P2-26, систему можна налаштувати як PI + Feed-Forward або PDF.**
- **PI + Feed-Forward більш чуйний, якщо PDF має кращу здатність протистояти перешкодам.**
- **Це з точки зору Speed Loop , і вам слід інтегрувати відповідь із 3 каскадними циклами.**



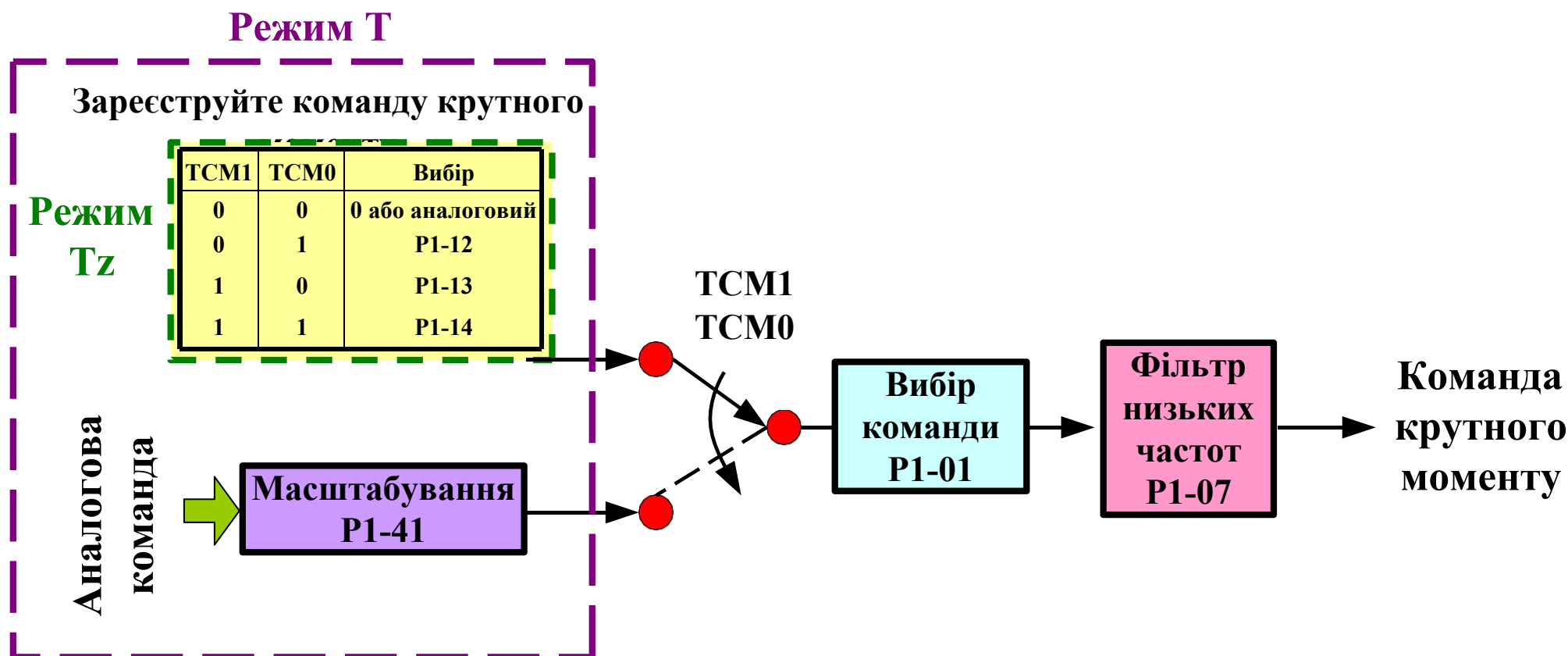
Шлях керування крутним моментом

- Блок керування крутним моментом і блок придушення вібрації



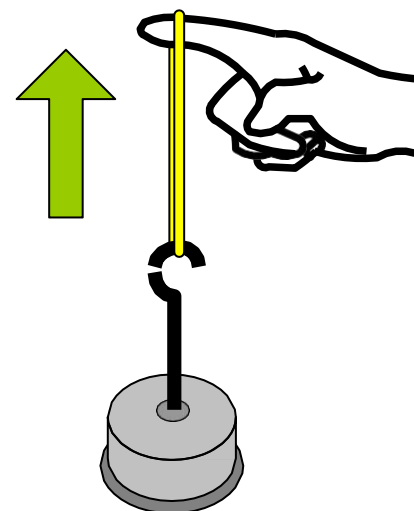
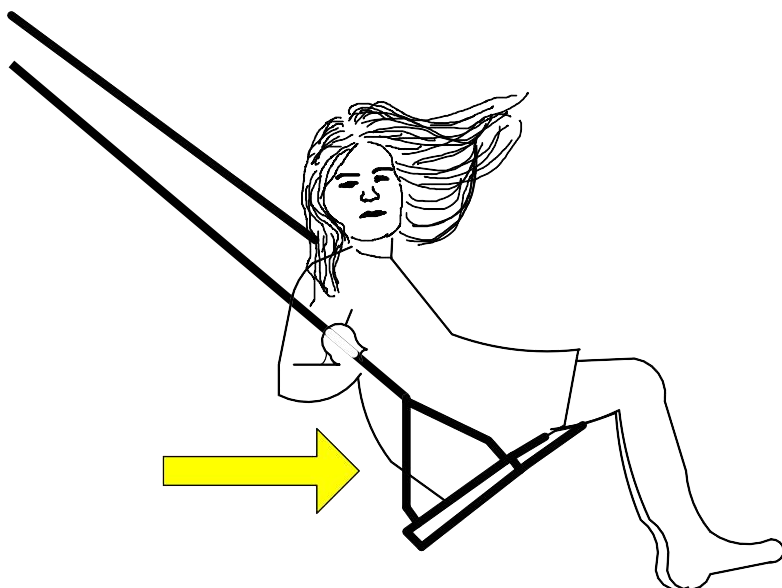
Команда крутного моменту та вибір джерела

- Вибір аналогових і цифрових команд і фільтр низьких частот



Резонанс

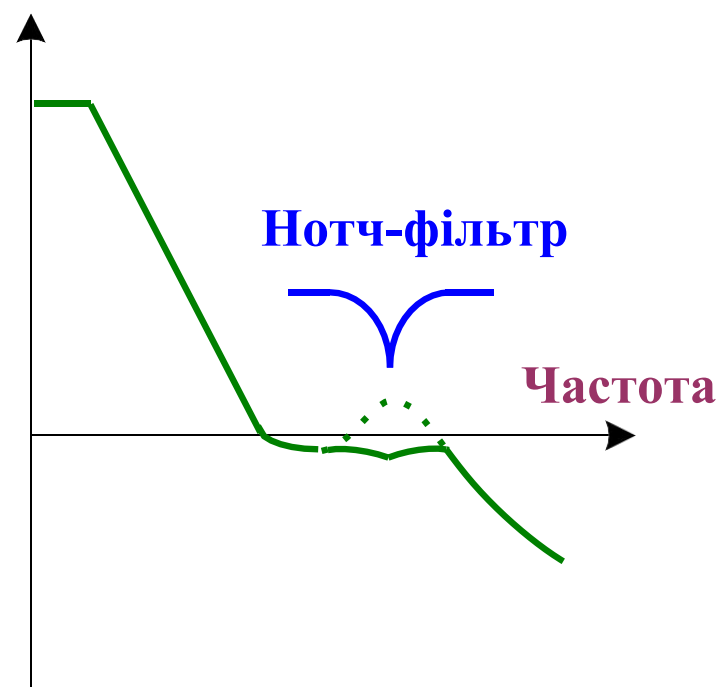
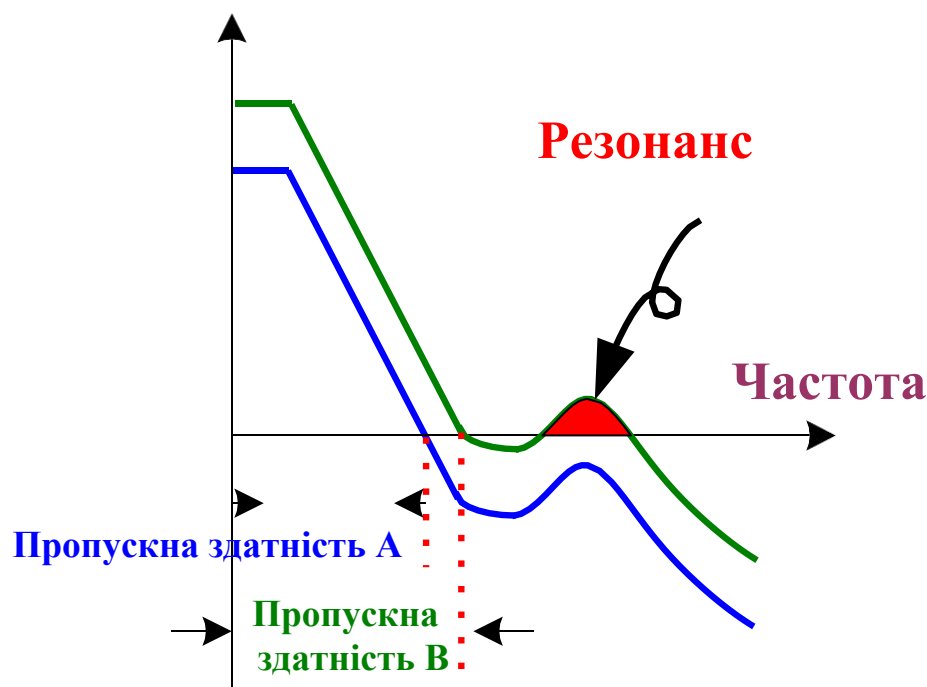
- Коли виникає резонанс, система буде вібрувати через енергію, що протікає між двигуном і машиною.
- Це викличе резонанс, якщо двигун працює на частоті, яка відповідає частоті машини.
- Втрата інерції могла призвести до резонансу, тому машина вимагала більшої жорсткості.



Посилення відкритого циклу

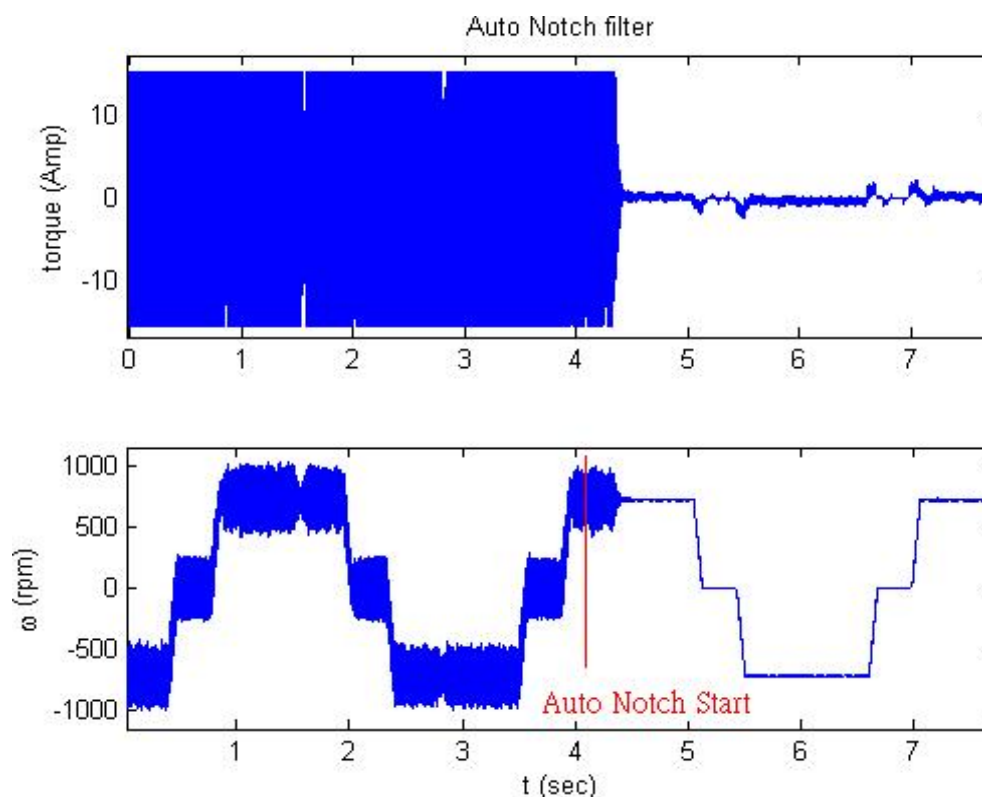
- У системі природно існує резонансна частота, а деякі мають більше однієї резонансної частоти.
- Щоб знизити робочу частоту, фільтр низьких частот і режекторний фільтр можуть придушити її.

Посилення у відкритому контурі



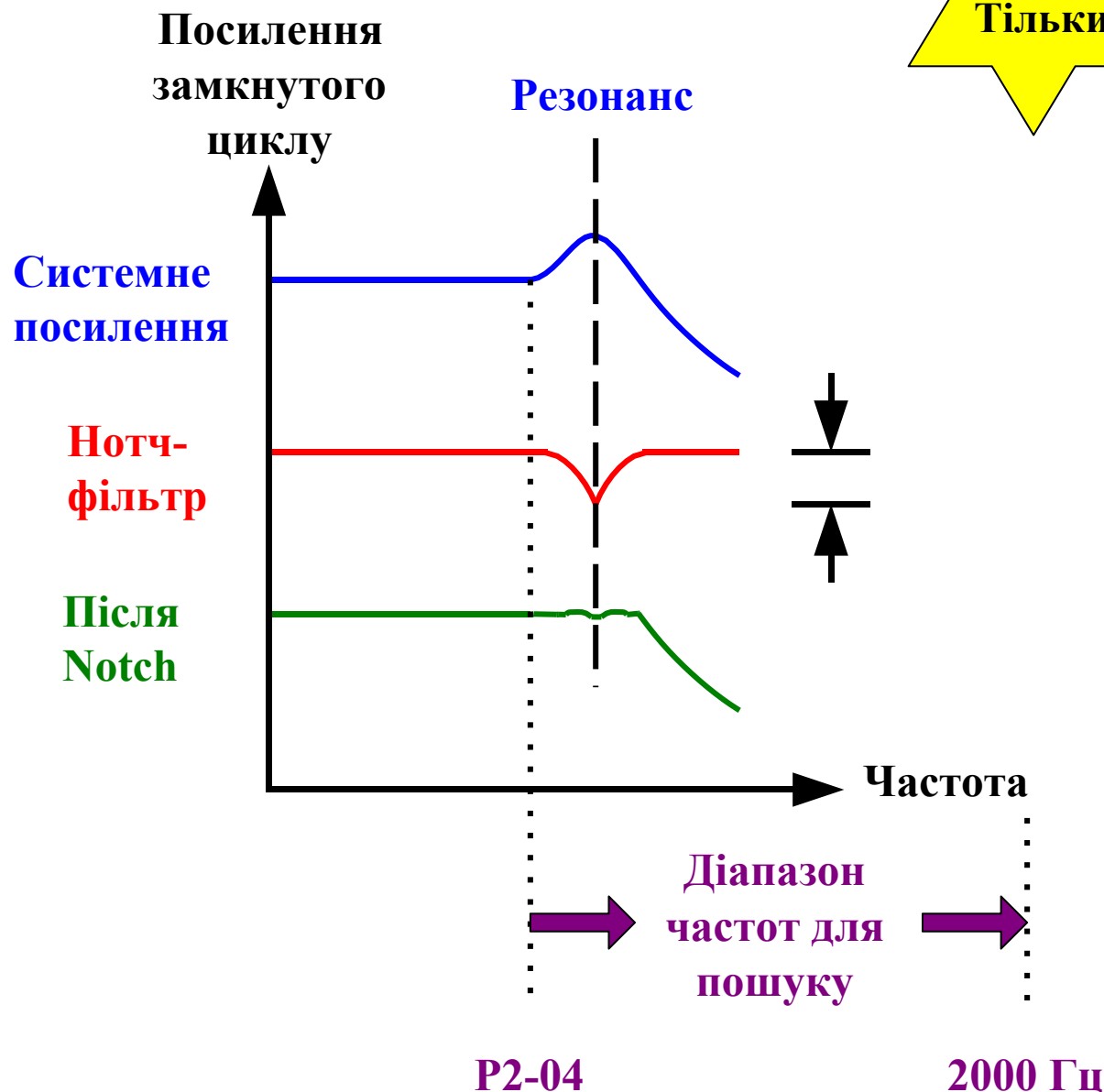
Фільтр автоматичного вирізання

- У A2 і B2 є два набори Auto-Notch і один набір ручного Notch, а в A, A+, AB і B лише один ручний Notch.



Автоматичний пошук

- Коли P2-47 встановлено на 1 або 2, система автоматично скануватиме резонансні частоти системи до своїх регістрів. Привід зберігатиме значення, коли $P2-47=1$, де $P2-47=2$ для безперервного пошуку.



Автоматичний і ручний

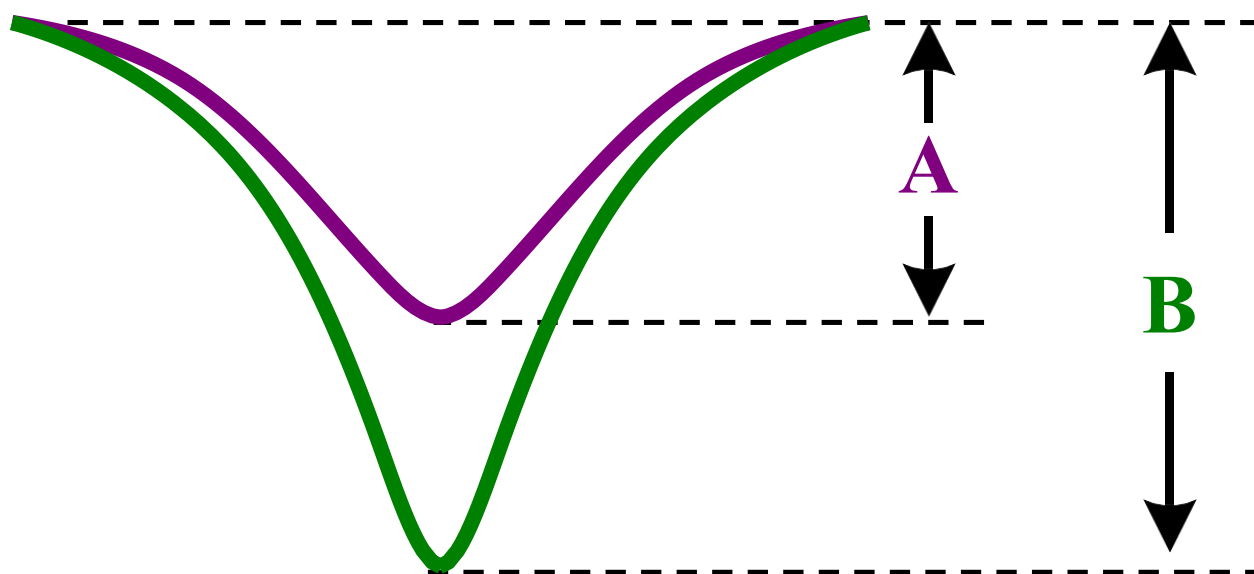
- **Режекторний фільтр (1): P2-23~P2-24 Ручний режим**
- **Notch Filter (2) (3) : P2-43~P2-47 Автоматичний/ ручний режим (ручний/ одноразова угода/ безперервний пошук)**



Коефіцієнт затухання режекторного фільтра

Затухання в дБ

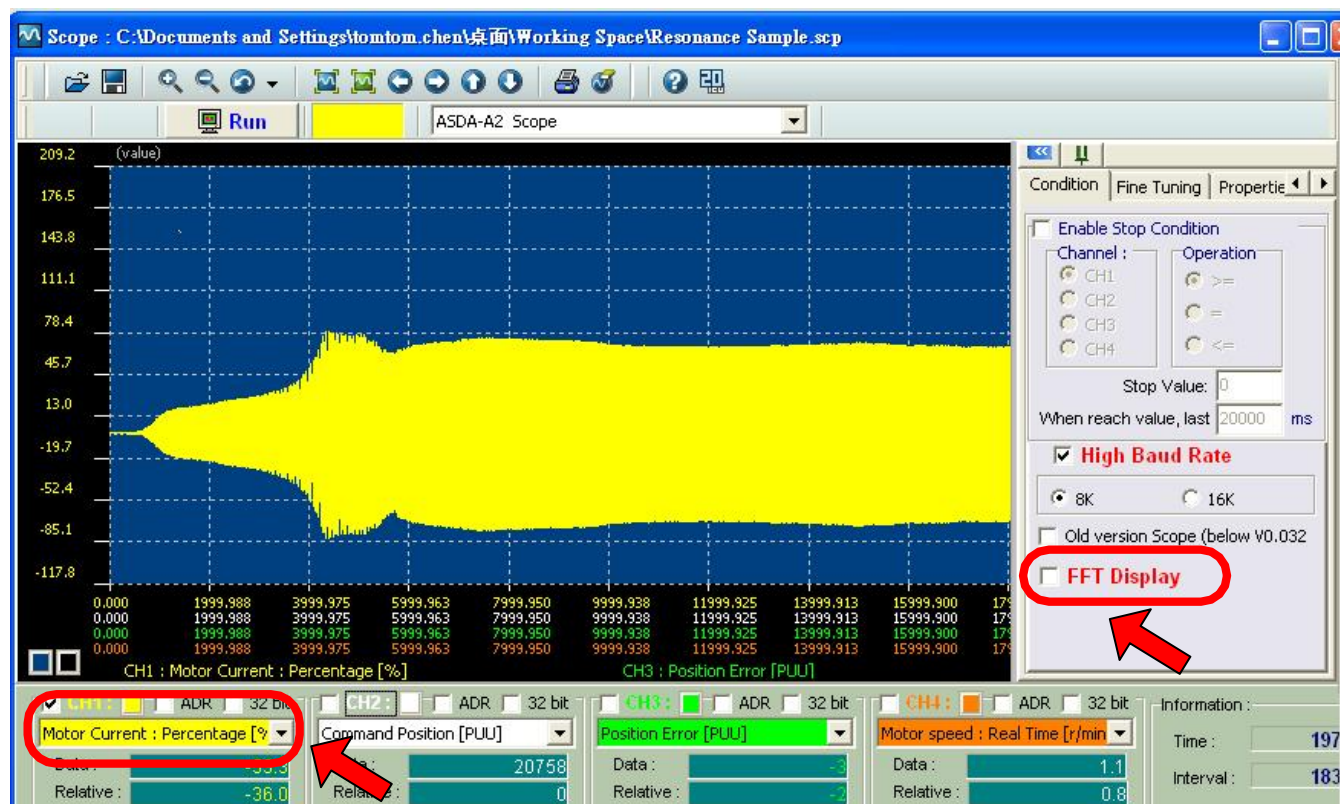
- Чим більше значення, тим більше воно загасання.
- $G(\text{дБ}) = 20 \log_{10} (V_1 / V_0)$

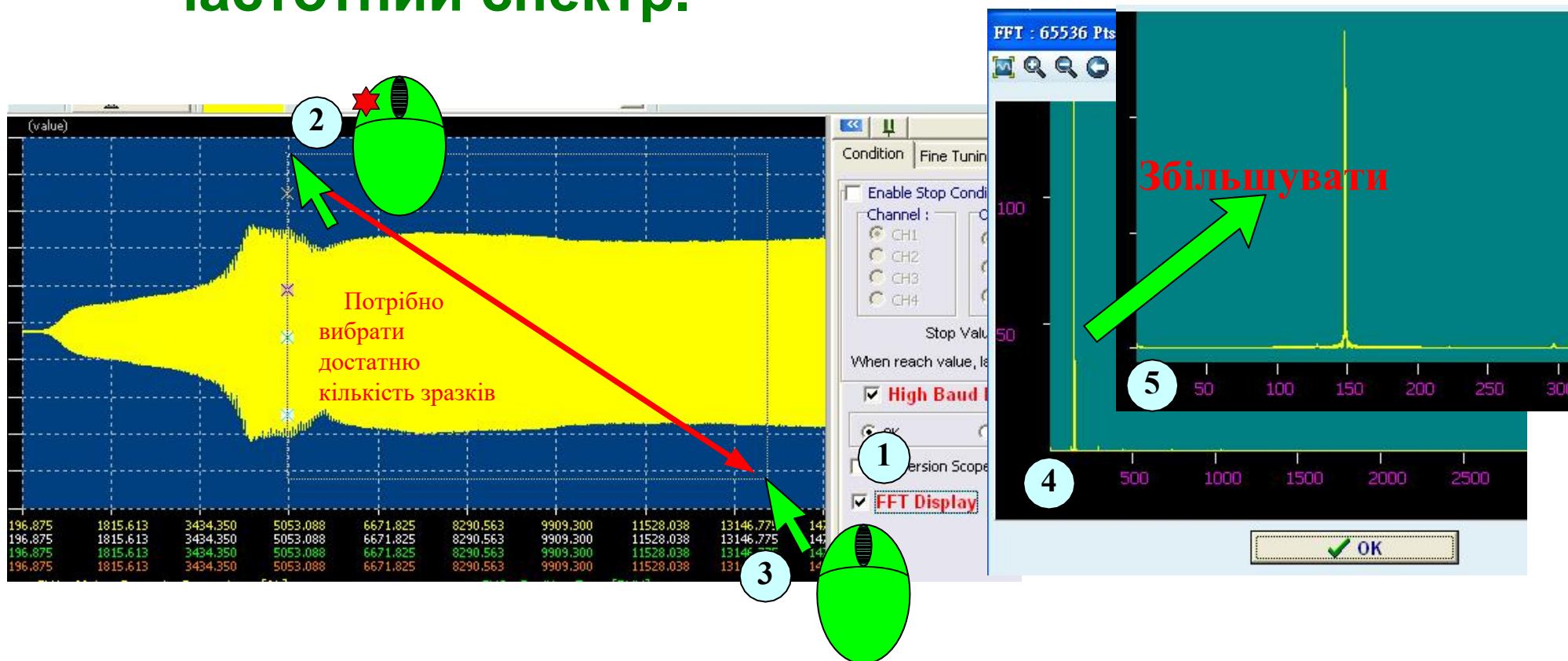


дБ	%
0	100
-3	70,79
-5	56,23
-10	31,62
-15	17,78
-20	10,00
-30	3.16
-32	2,51

Область ПК

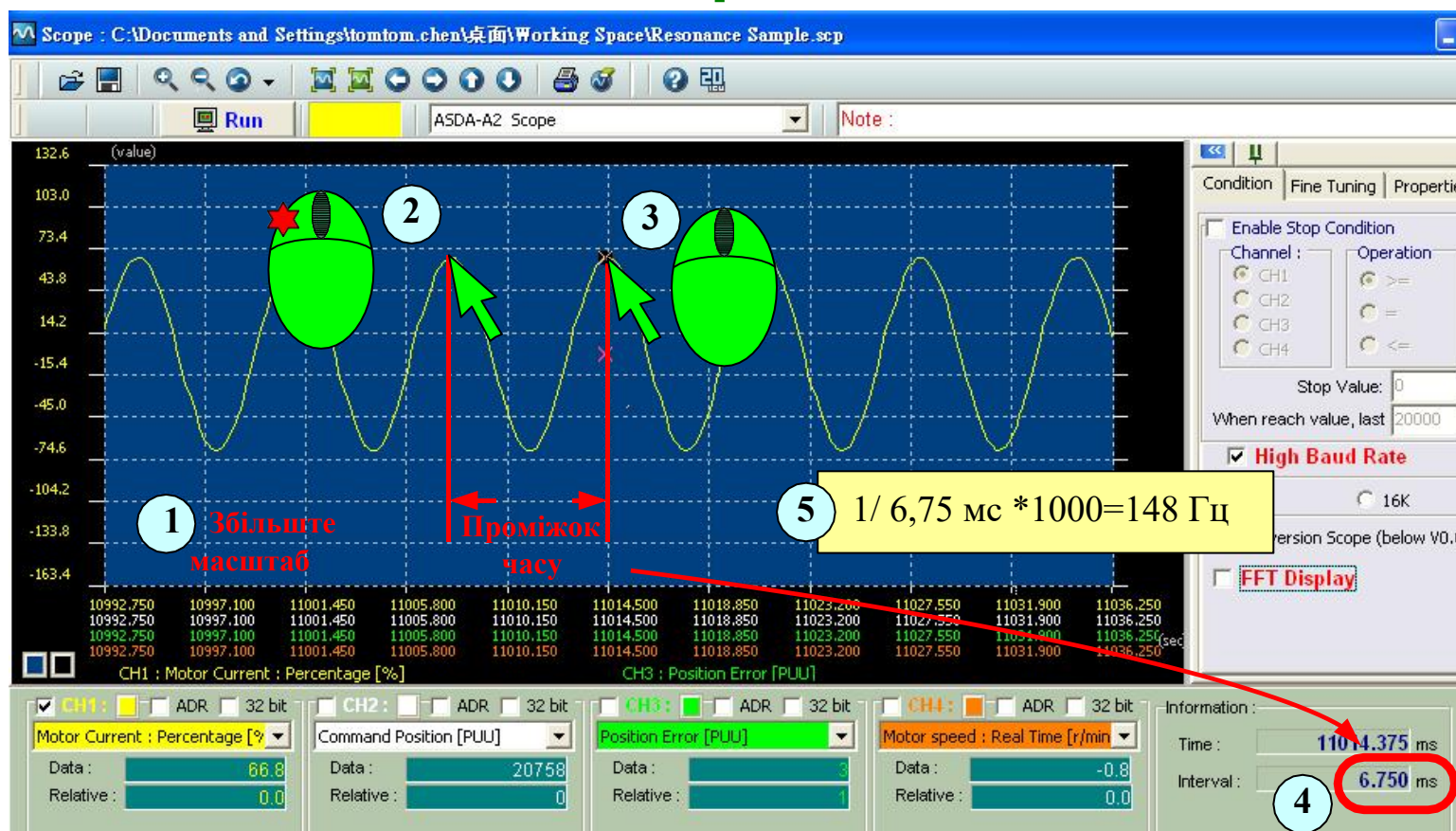
- Канал має бути встановлено на «**Струм двигуна: відсоток (%)**» . Приціл може збирати сигнали.
- Існує два способи вимірювання резонансної частоти, і це ШПФ (швидке перетворення Фур'є) або метод часових інтервалів.





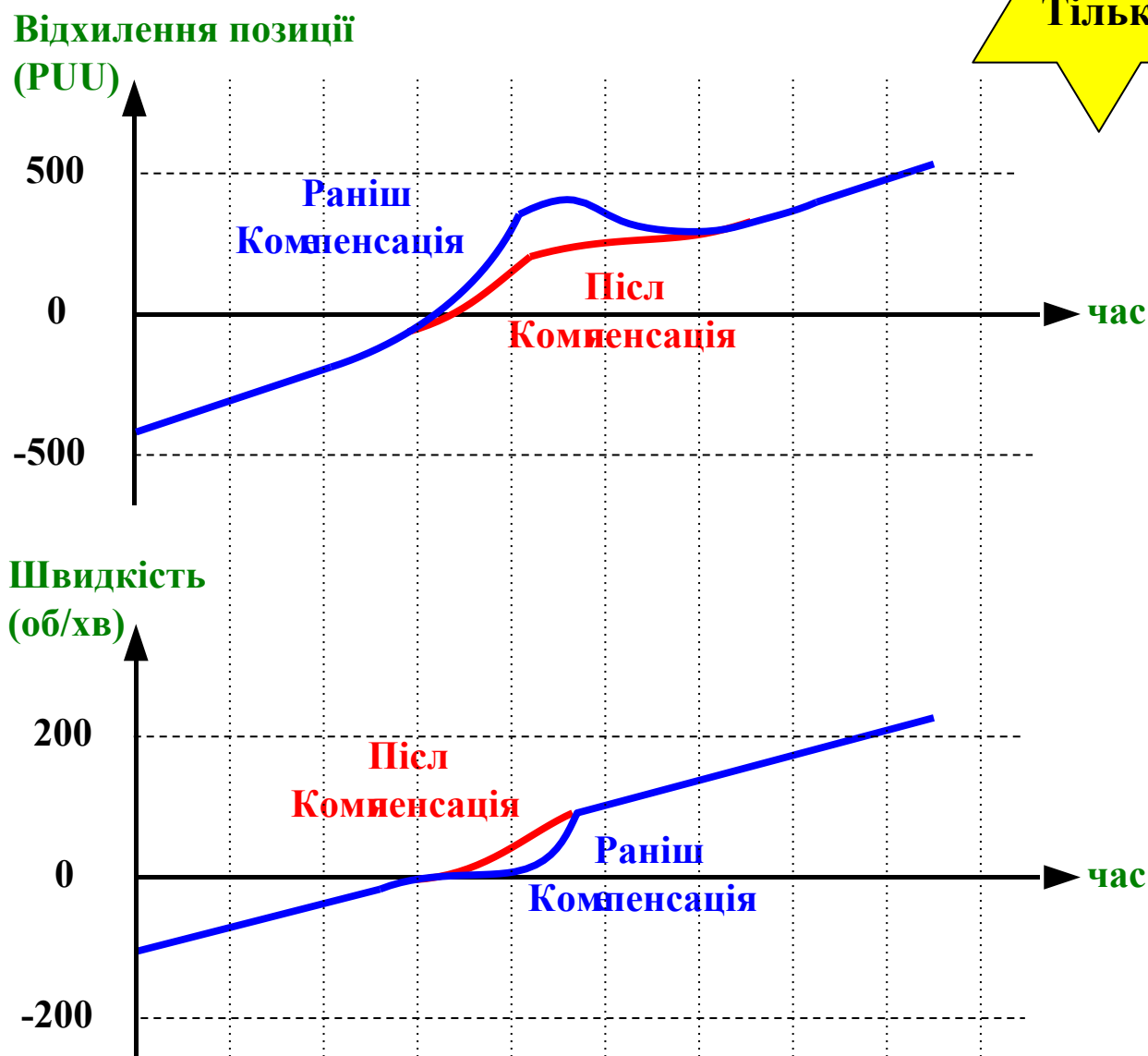
Метод часових інтервалів

- Збільште тренд до читабельного розміру, перемістіть мишу до піку хвилі та клацніть правою кнопкою миші, перемістіть мишу до наступного піку, прочитайте часовий інтервал і виконайте обчислення.



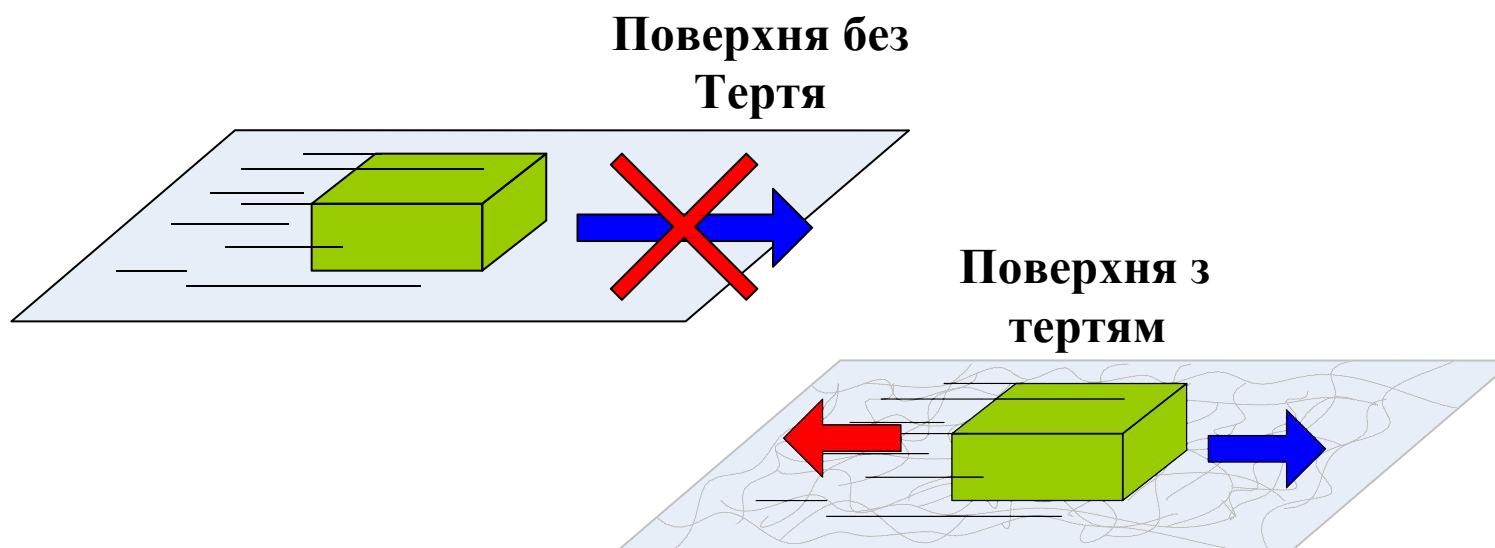
У чому перевага

- Коли двигун змінює напрямок обертання, компенсація може зменшити відхилення положення на початку запуску двигуна.



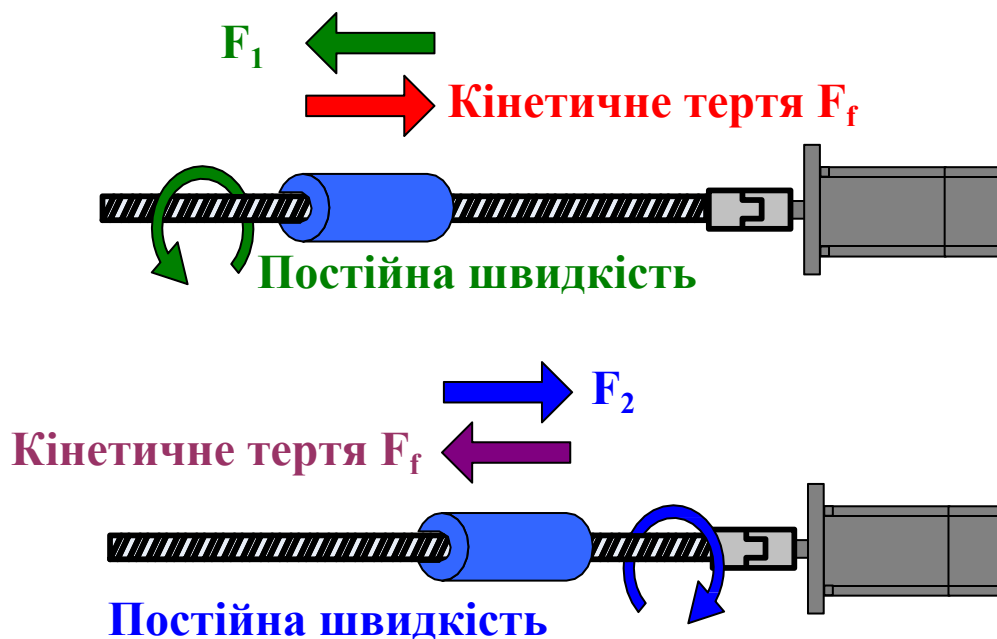
Закони руху Ньютона

- Об'єкт у стані рівномірного руху прагне зберігати стан руху, поки до нього не буде прикладено зовнішню силу, Перший закон.
- $F = ma$, другий закон.
- У реальному світі є тертя. Щоб підтримувати рух тіла в стані постійної швидкості, необхідно докласти силу, рівну кінетичному тертю.



Увімкніть двигун на постійній швидкості

- Якщо об'єкт рухається з постійною швидкістю, сила, що діє на нього, дорівнює кінетичному тертю.
- Перекодуйте сили руху вперед і назад, віднімаєте, і подвійний масштаб кінетичного тертя є.



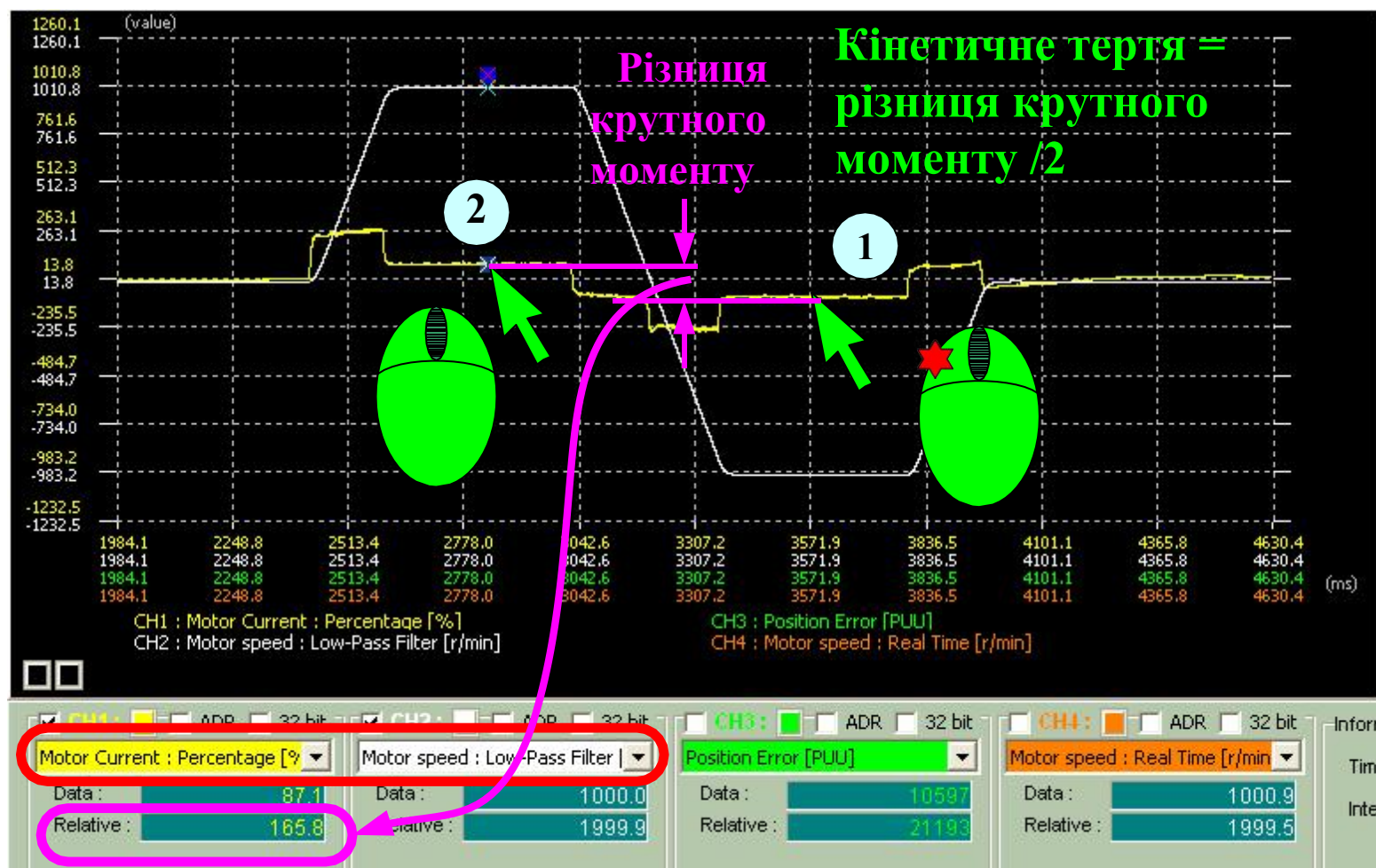
$$\begin{aligned}
 & \leftarrow (F_1) \quad - \quad (F_2) \rightarrow \\
 = & (-1) \times \rightarrow (F_f) \quad - \quad (-1) \times \leftarrow (F_f) \\
 = & \leftarrow (F_f) \quad + \quad \leftarrow (F_f) \\
 = & \leftarrow (2 * F_f)
 \end{aligned}$$

Виміряйте кінетичне тертя за допомогою прицілу

Це дуже зручний спосіб

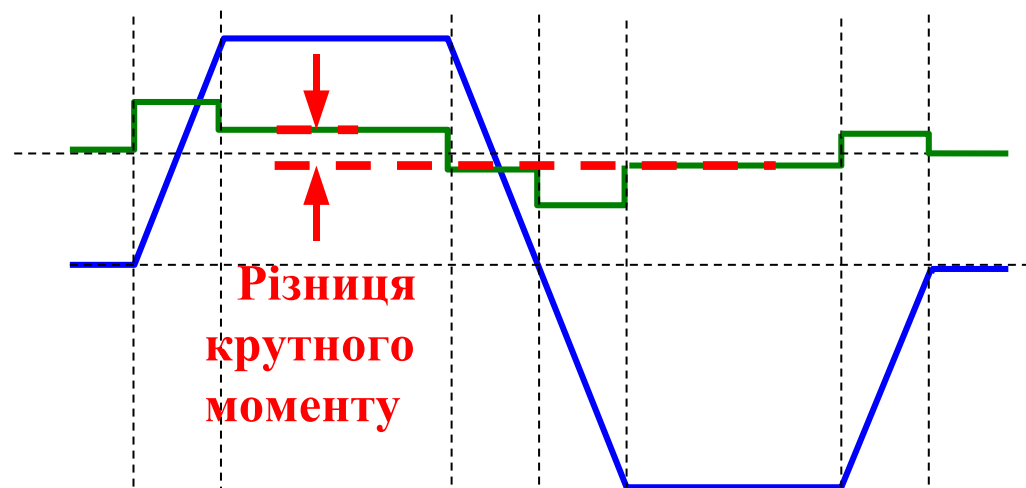
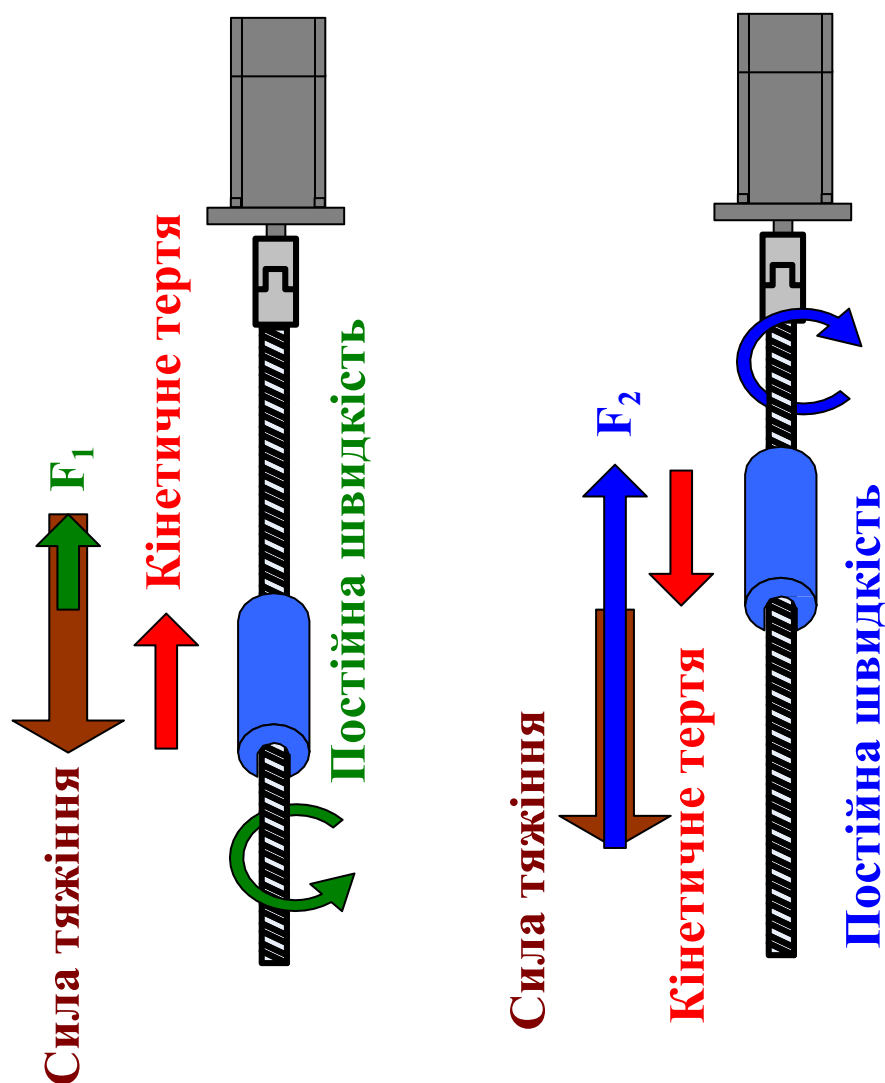
- Змусьте двигун рухатися з постійною швидкістю в обох напрямках і виміряйте різницю крутного моменту.
- Встановити $P1-62 = (\text{різниця крутного моменту} / 2)$

A2, B2
Тільки



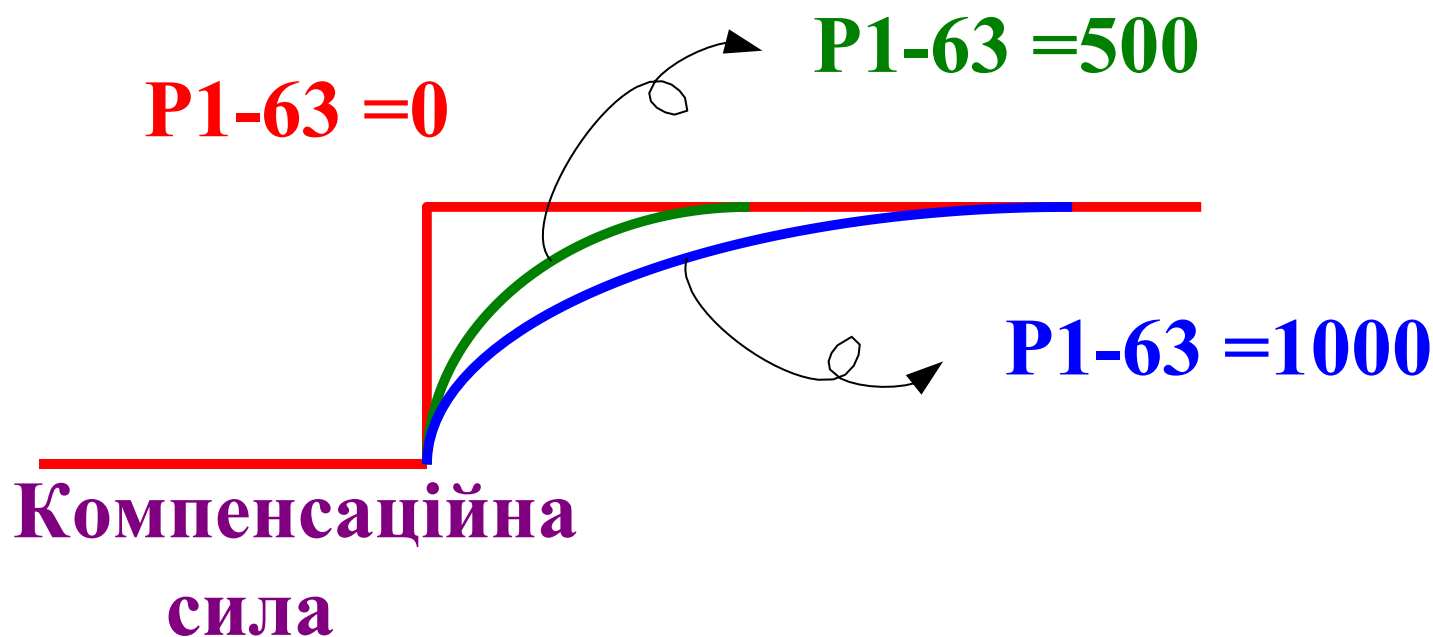
Це врахування всіх випадків

- Якщо механізм встановлено вертикально, силу тяжіння можна відмінити від значення різниці.

A2, B2
Тільки

Фільтр низьких частот

- Фільтр низьких частот може змінювати компенсацію сили кінетичного тертя.

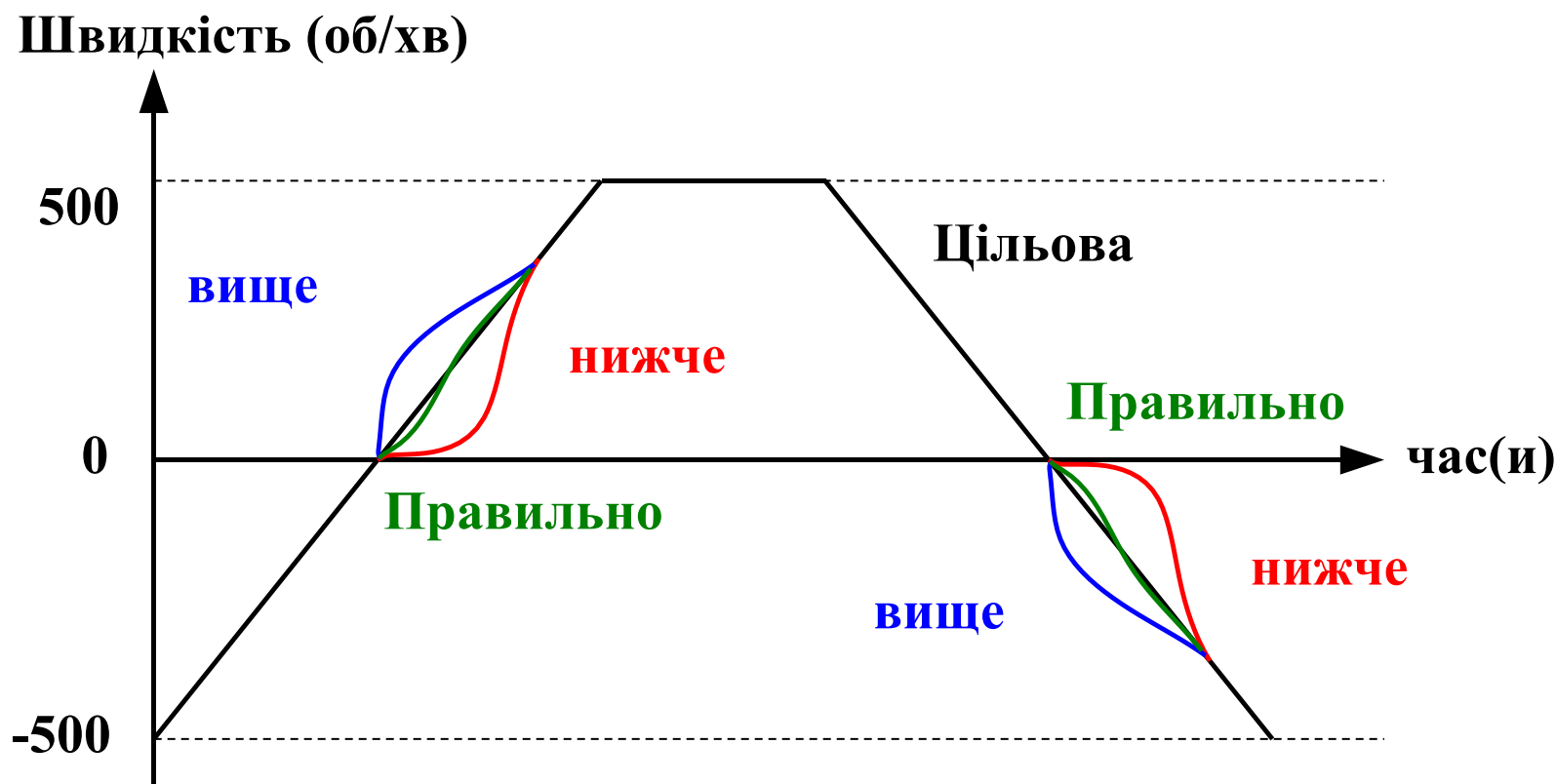


Недостатня і надлишкова компенсація

A2, B2
Тільки

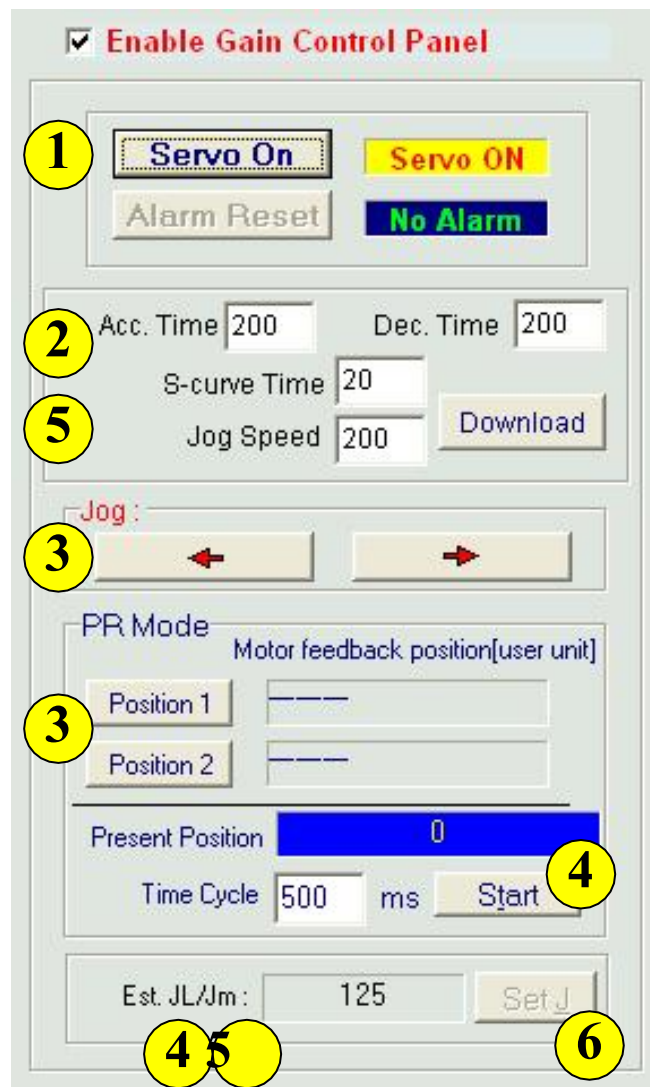
Компенсуйте правильну силу

- У той час як нижче, збільшити P1-62 його рівень або знизити P1-63 фільтр низьких частот
- У той час як вище, зменшіть P1-62 його рівень або вище P1-63 фільтр низьких частот.



Коефіцієнт P1-37 JL

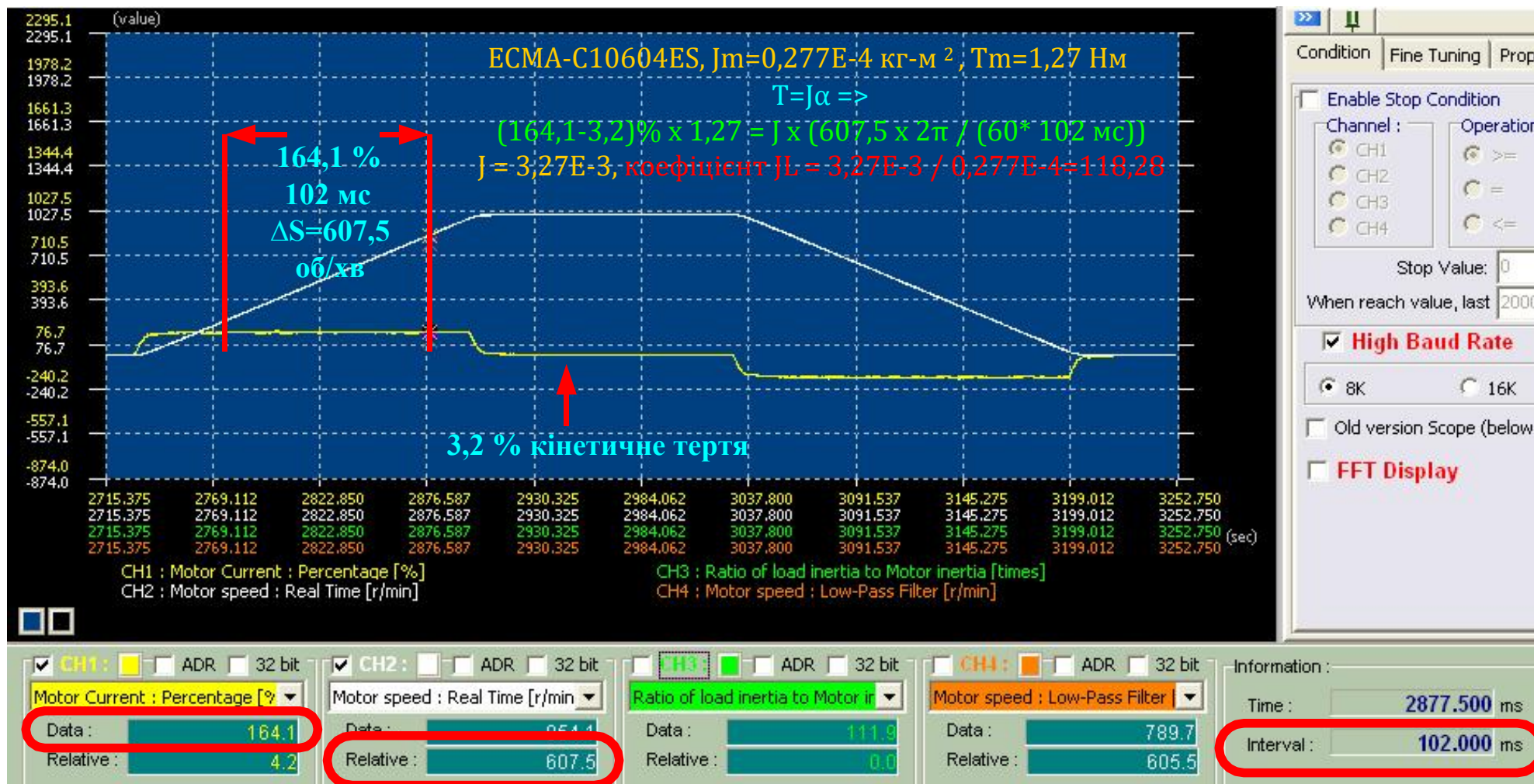
- Коефіцієнт інерції вирішить, як енергія надходить у систему. Це перший і дуже важливий крок, щоб дозволити системі отримати правильне співвідношення.
- Ви можете скористатися ASDA-Soft, щоб допомогти.



- Серво ввімкнено.
- Встановіть швидкість і завантажте.
- Покрутіть двигун, щоб визначити Позиція 1 і позиція 2.
- Натисніть «Пуск», і двигун запрацює, де відобразиться коефіцієнт JL.
- Поверніться до кроків 2 і 4, збільште швидкість і повторіть процедуру, поки не побачите стабільне співвідношення JL.
- Натисніть Set_J і JL коефіцієнт буде встановлено на P1-37.

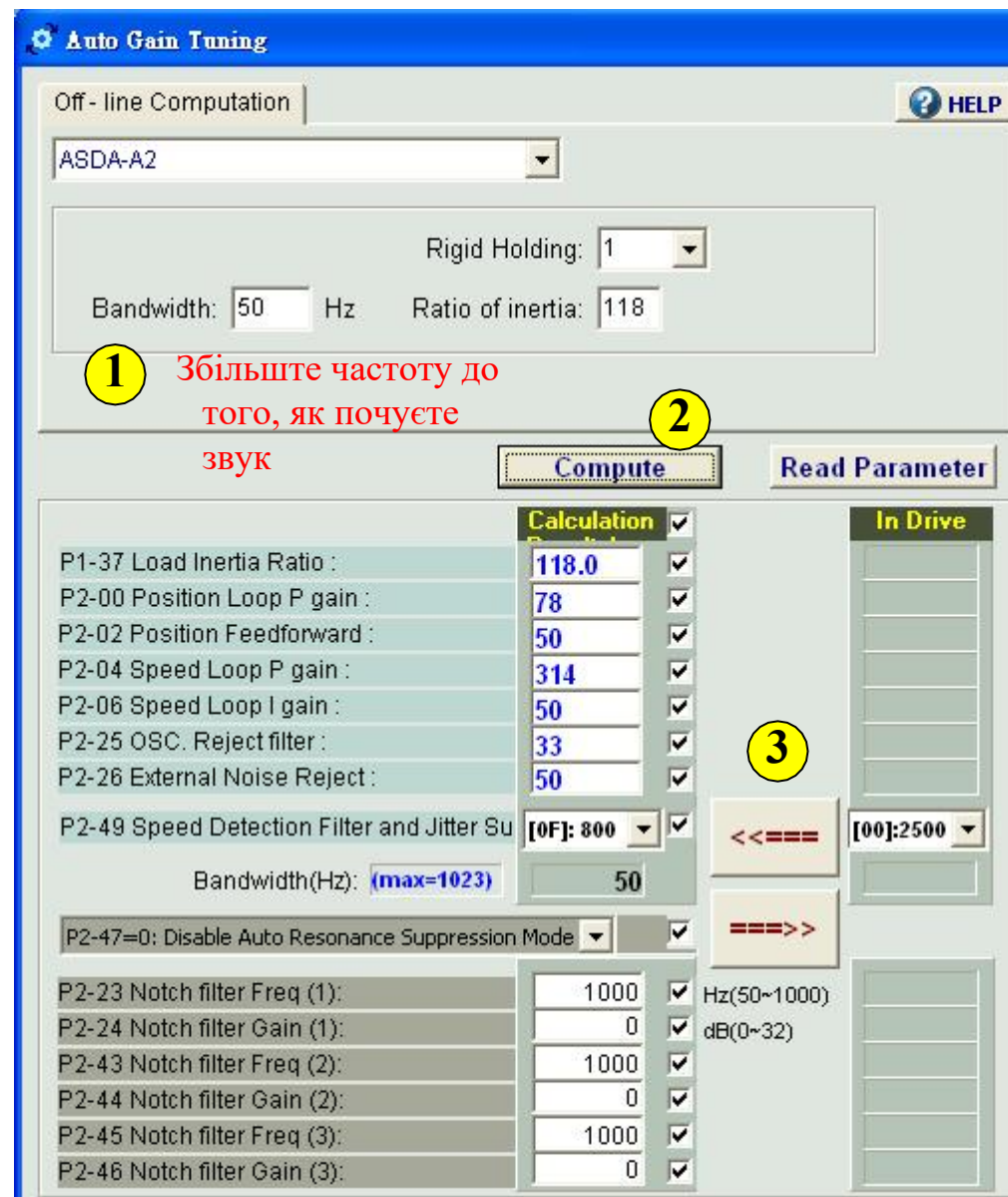
Альтернативний шлях

- Якщо машина не може працювати понад 200 об/хв, можуть виникнути проблеми з оцінкою коефіцієнта JL (P1-37) від сервоприводу ASDA. PC Score може допомогти в цьому.



Автоматичний розрахунок ASDA-soft

- Спочатку встановіть невелику смугу пропускання, збільшуйте її, доки з двигуна не з'явиться шум, а потім зменшуйте смугу, доки звук не зникне. Налаштована пропускна здатність може бути максимально можливою для цієї системи.



Auto Gain Tuning

Off-line Computation HELP

ASDA-A2

Rigid Holding: 1

Bandwidth: 50 Hz Ratio of inertia: 118

1 Збільште частоту до того, як почуєте звук

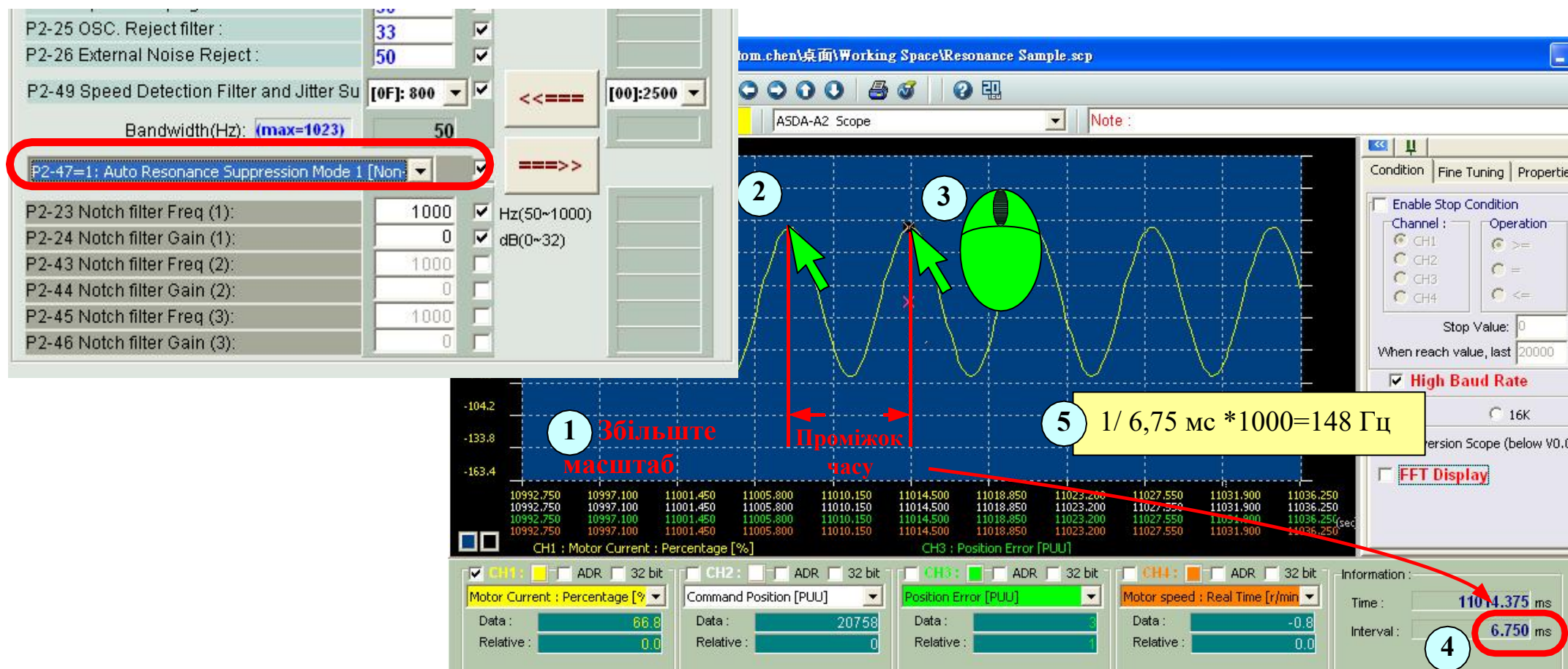
2 Compute

3

Calculation	In Drive
P1-37 Load Inertia Ratio : 118.0	
P2-00 Position Loop P gain : 78	
P2-02 Position Feedforward : 50	
P2-04 Speed Loop P gain : 314	
P2-06 Speed Loop I gain : 50	
P2-25 OSC. Reject filter : 33	
P2-26 External Noise Reject : 50	
P2-49 Speed Detection Filter and Jitter Su [0F]: 800	[00]:2500
Bandwidth(Hz): (max=1023) 50	
P2-47=0: Disable Auto Resonance Suppression Mode	
P2-23 Notch filter Freq (1): 1000	Hz(50~1000)
P2-24 Notch filter Gain (1): 0	dB(0~32)
P2-43 Notch filter Freq (2): 1000	
P2-44 Notch filter Gain (2): 0	
P2-45 Notch filter Freq (3): 1000	
P2-46 Notch filter Gain (3): 0	

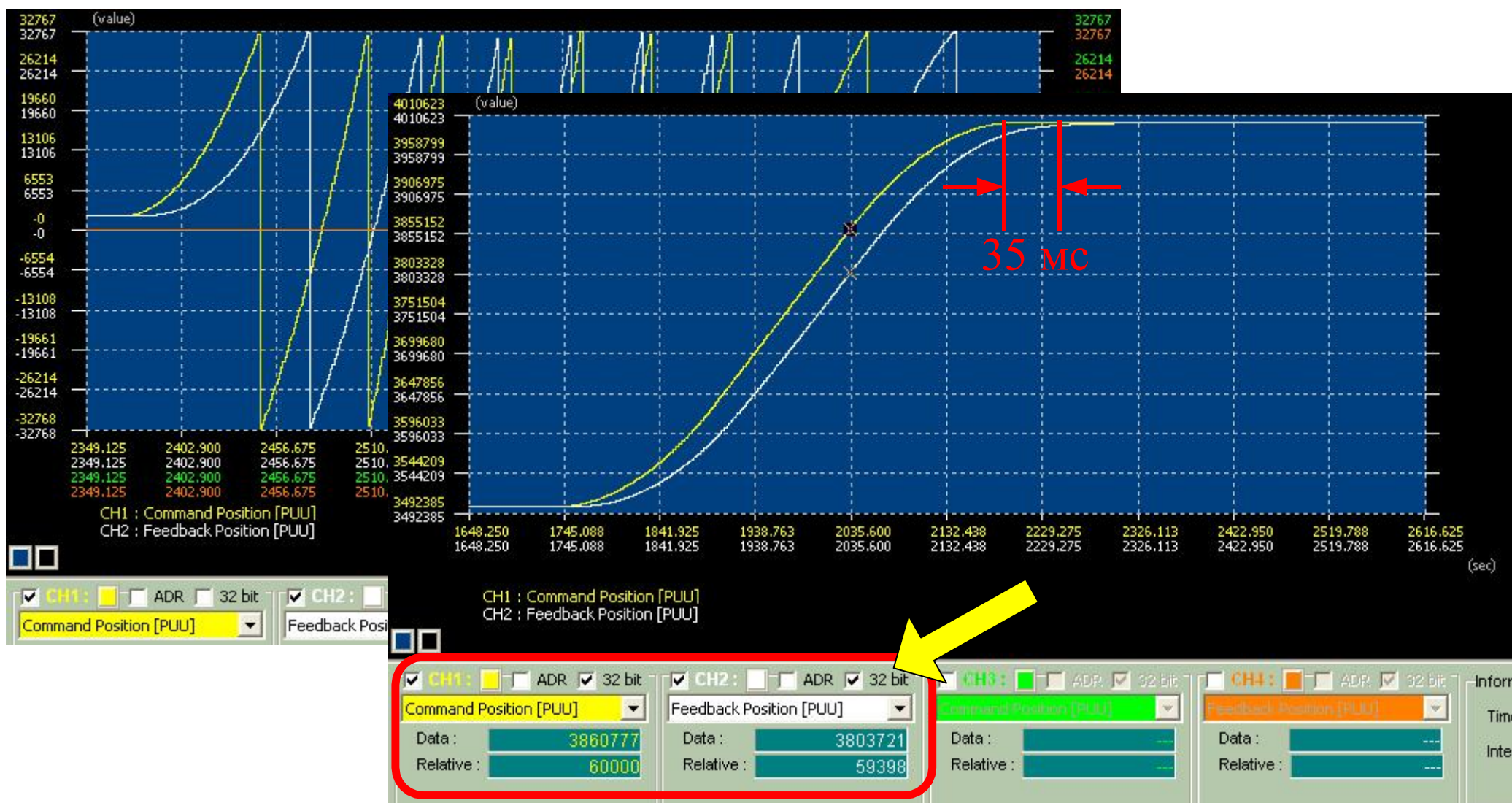
Автоматичний і ручний

- Якщо ASDA-A2 або ASDA-B2 налаштовуються, Auto-Notch може використовувати для боротьби з резонансом. Якщо налаштовується диск ASDA старої серії, слід вибрати «метод часового інтервалу».



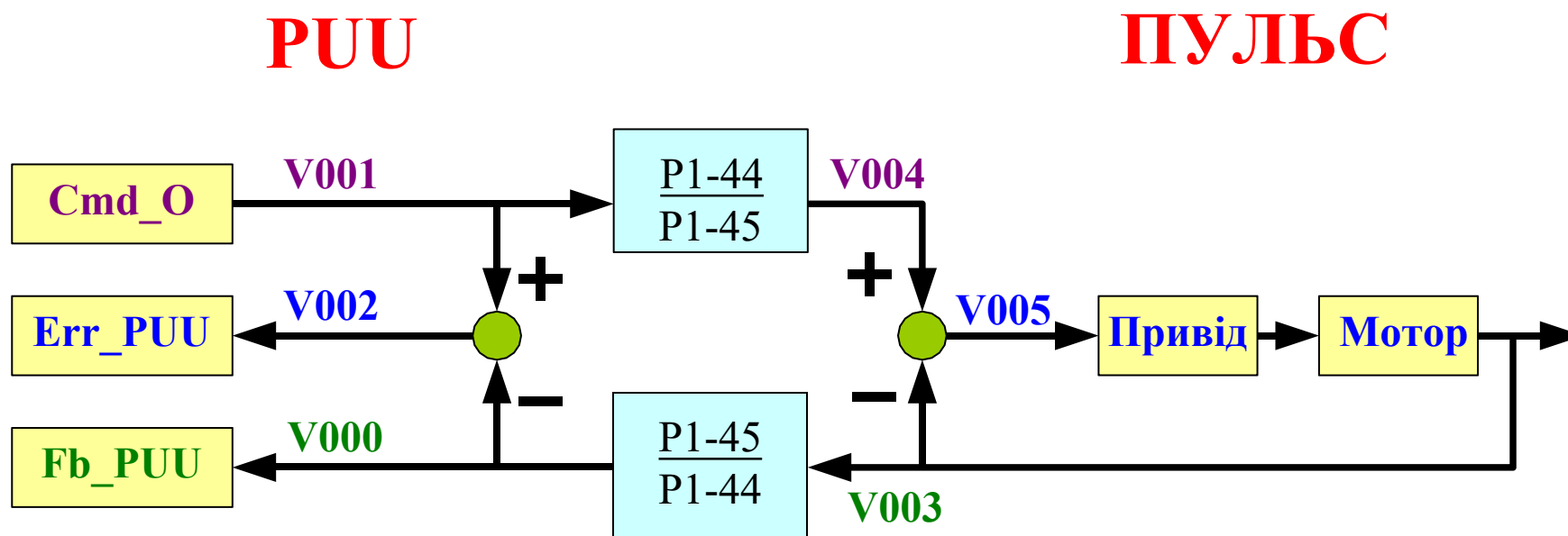
Підтримується 32-розрядний приціл і більше немає зубчастої пилки

- ASDA-Soft підтримує 32-бітну область видимості в ASDA-A2 і ASDA-B2. Це дуже зручний інструмент для налагодження.



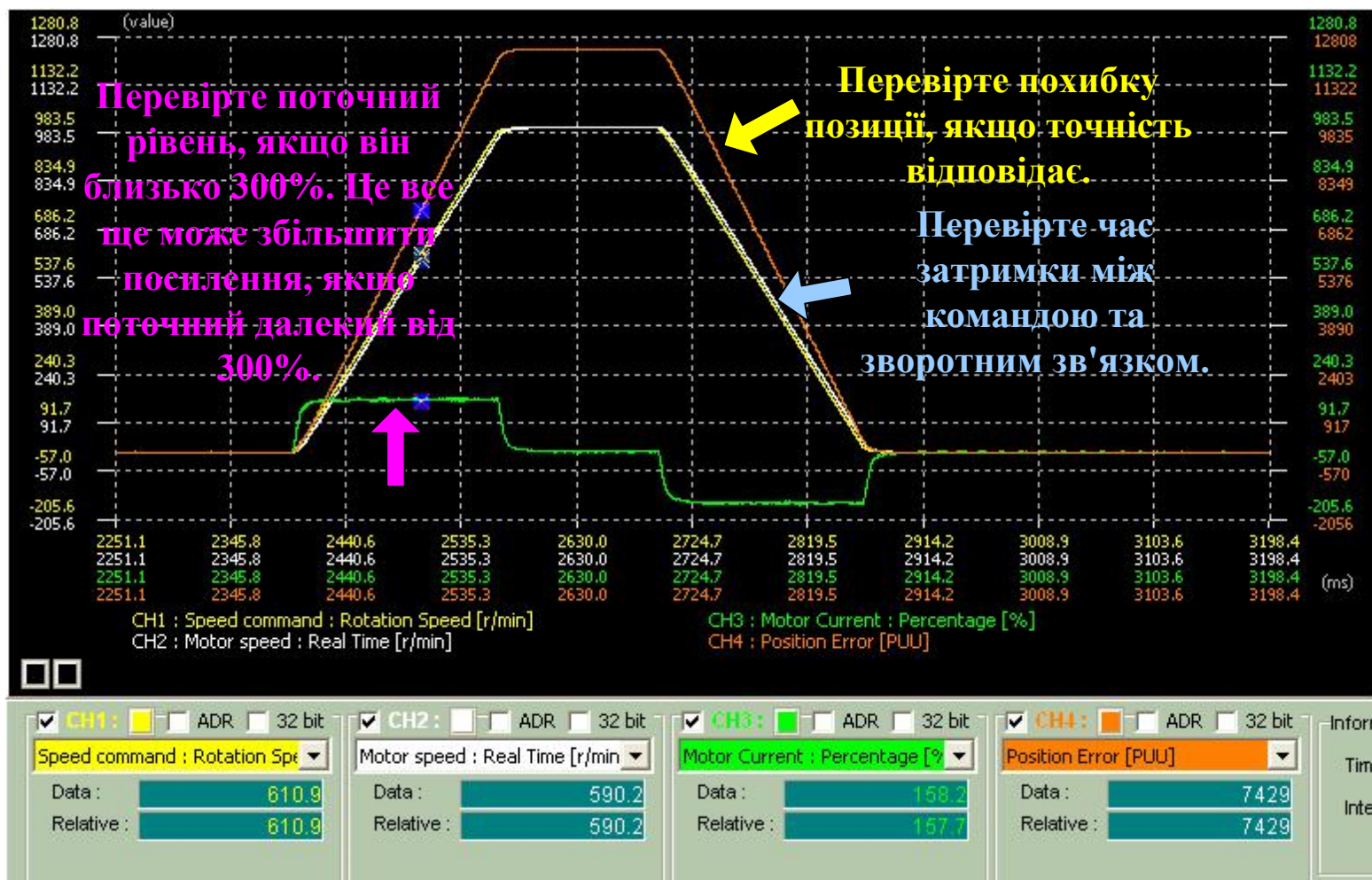
Пульт блоку користувача

- PUU — це одиниця, яка масштабується за допомогою електронної передачі. Це призведе до переваги, а саме: « **ВИ БАЧИТЕ, ЩО ВИ КОМАНДУЄТЕ** ». Наприклад, якщо ви надсилаєте 10000 PUU для команди, і ви можете прочитати 10000 PUU у зворотному зв'язку, ігноруючи E-Gear Ratio.



Комбінація популярного каналу

- Існують навички налагодження на основі досвіду, але комбінація команди швидкості, швидкості двигуна, струму двигуна та помилки позиції є дуже популярною.



Дякую

