

AC Motor Drives

Приводи змінного струму

EMC Standard Installation Guide

EMC Compliance Practice

Стандартний посібник із встановлення EMC
Практика встановлення відповідності стандартам електромагнітної
сумісності

Додаток А. Електромагнітна сумісність приводів двигунів змінного струму Стандартний посібник зі встановлення

Практика відповідності EMC

А-1 Вступ

А-2 Як запобігти EMC

А-3 Рішення для EMC: Заземлення

А-4 Рішення для EMC: Екранування

А-5 Рішення для EMC: Фільтр

Передмова

Якщо електропривод змінного струму встановлено в середовищі з високим рівнем електромагнітного шуму, випромінюваний та/або наведений шум через сигнальні та силові кабелі може заважати правильній роботі, спричиняти помилки чи навіть пошкодження приводу. Щоб запобігти цьому, деякі приводи змінного струму мають підвищену завадостійкість, але результати обмежені, і це неекономно. Таким чином, ефективним методом було б знайти причину завади та використати правильне рішення для досягнення «без випромінювання, без передачі та без прийому шуму». Необхідно застосувати всі три рішення.

Пошук завади

- Переконайтеся, що помилка викликана завадою.
- Знайдіть джерело завади та шлях її передачі.
- Перевірте сигнал і джерело завади

Рішення

- ⌚ Заземлення
- ⌚ Екранування
- ⌚ Фільтрування

А-1 вступ

А1-1-1 Що таке EMC

Електромагнітна сумісність (ЕМС) — це здатність електричного пристрою належним чином функціонувати в електромагнітному середовищі. Він не випромінює електромагнітний шум на навколишнє обладнання та захищений від перешкод від навколишнього обладнання. Мета полягає в тому, щоб досягти високого імунітету та низької емісії; ці дві властивості визначають якість ЕМС. Загалом, електричні пристрої реагують на явища високої та низької частоти. Явищами високої частоти є електростатичний розряд (ESD); імпульсні перешкоди; випромінюване електромагнітне поле; і наведений височастотний електричний сплеск. Низькочастотні явища стосуються гармонік і дисбалансу живлення в мережі.

Стандартні рівні випромінювання та завадостійкості залежать від місця встановлення приводу. Системи електроприводу (PDS, Power Drive System) встановлюються в промислових або домашніх умовах. PDS у домашньому середовищі повинні мати нижчі рівні випромінювання та можуть мати нижчі рівні стійкості. PDS у промисловому середовищі можуть мати вищі рівні викидів, але повинні мати більш суворі рівні стійкості.

А-1-2 EMC для приводу змінного струму

Коли привід змінного струму запускається в роботу, гармонійний сигнал виникатиме на вході та виході живлення приводу змінного струму. Це створює певний рівень електромагнітних перешкод для навколишніх електричних пристроїв і мережі живлення. Зазвичай привода змінного струму застосовуються в промислових середовищах із сильними електромагнітними перешкодами. За таких умов привод змінного струму може сам заважати або його роботі можуть завадити.

Перетворювачі частоти для двигунів AC від Delta розроблені з урахуванням електромагнітної сумісності та відповідають стандарту EMC EN61800-3 2004.

Правильне встановлення перетворювача знизить впливи електромагнітних завад (EMI) та забезпечить довгострокову стабільність електричної системи. Наполегливо рекомендується дотримуватися інструкцій з експлуатації Delta щодо монтажу та заземлення. У разі виникнення будь-яких труднощів чи проблем, будь ласка, слідуйте вказівкам та заходам, зазначеним у цьому Посібнику з інсталяції стандарту EMC.

А-2 Як запобігти ЕМС

А2-2-1 Типи ЕМС: синфазний і диференціальний шум

Електромагнітний шум двигуна змінного струму можна розділити на синфазний і диференціальний шум. Диференціальний шум спричинений паразитною ємністю між дротами провідників, а синфазний шум спричинений синфазним струмом зчеплення, створеним паразитною ємністю між дротами та землею.

В основному диференціальний шум має більший вплив на сам привод двигуна змінного струму, тоді як синфазний шум має більший вплив на навколишні електронні пристрої високої чутливості. Надмірна інтенсивність диференціального шуму може викликати спрацювання ланцюгів системи захисту приводу двигуна змінного струму. Синфазний шум впливає на периферійні електронні пристрої через загальне заземлення.

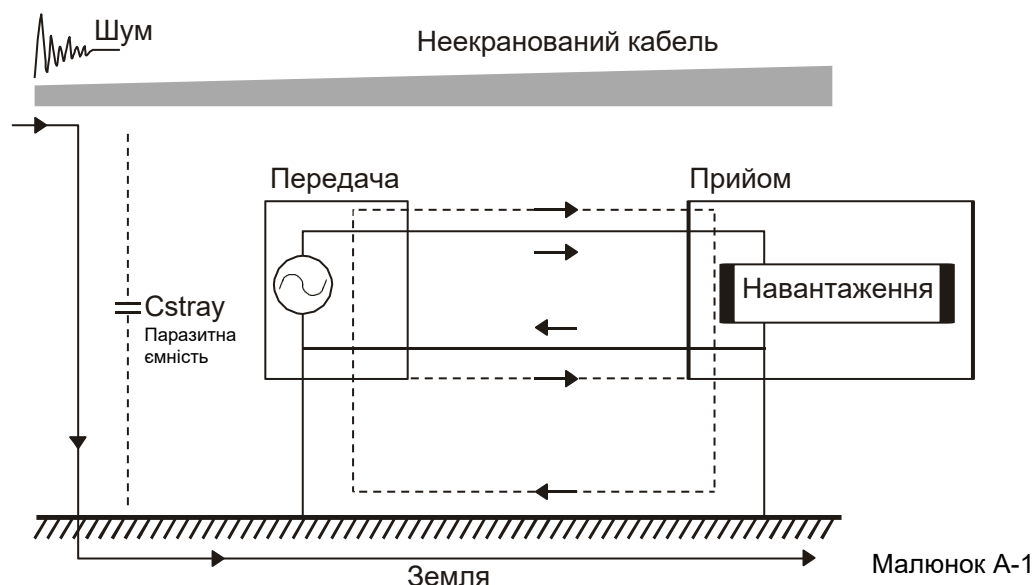
Проблеми з електромагнітною сумісністю можуть бути серйознішими за таких умов:

- Коли привід змінного струму великої потужності підключається до двигуна великої потужності.
- Збільшення робочої напруги приводу змінного струму.
- Збільшення швидкості перемикання IGBT.
- Якщо для підключення двигуна до приводу змінного струму використовується довгий кабель.

А2-2-2 Як відбувається передача електромагнітної інтерференції (передача шуму)

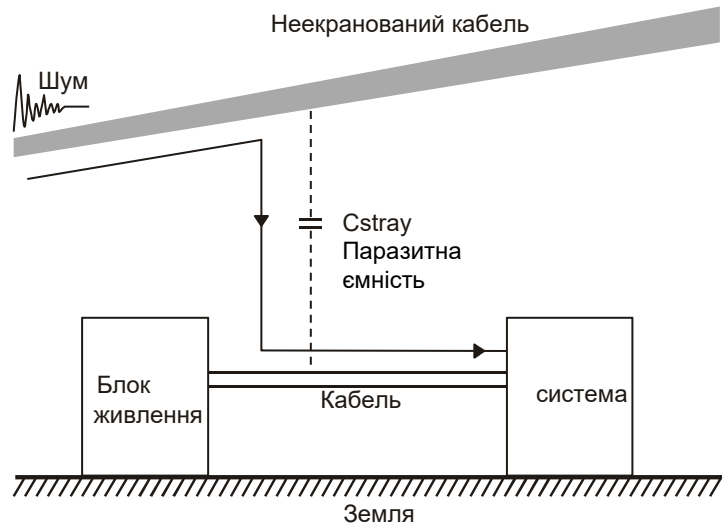
Шум заважає периферійним високочутливим електричним пристроям/системам через провідність і випромінювання, шляхи їх передачі показані нижче:

1. Струм шуму в неекранованому кабелі живлення передається на землю через паразитні ємності в синфазну напругу. Чи здатні інші модулі протистояти цьому синфазному шуму, залежить від їхнього коефіцієнта подавлення синфазного сигналу (CMRR), як показано на малюнку А-1.



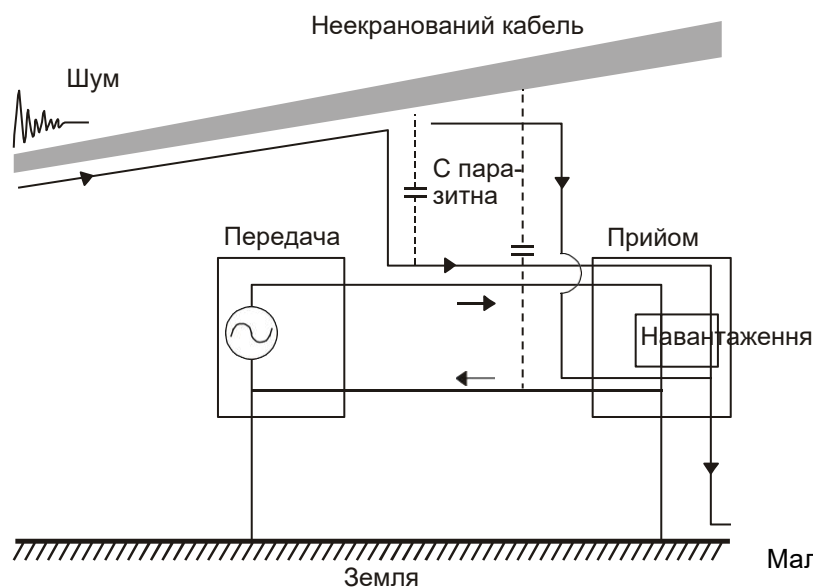
Малюнок А-1

2. Синфазний шум у кабелі живлення передається через паразитну ємність на сусідній сигнальний кабель, як показано на малюнку А-2. Для зменшення впливу цього синфазного шуму можна застосувати кілька методів; наприклад, екрануйте кабель живлення та/або сигнальні кабелі, розділіть кабелі живлення та сигнальні кабелі, візьміть прямий та обратний дріт сигнального кабелю та скрутіть їх разом, щоб збалансувати паразитну ємність, нехай кабелі живлення та сигнальні кабелі перетинаються 90° тощо.



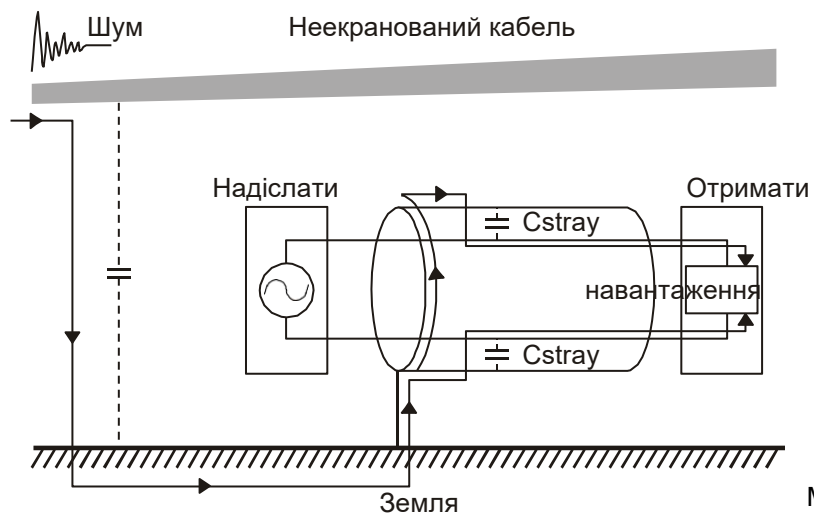
Малюнок А-2

3. Синфазний шум передається через кабель живлення в іншу систему живлення, а потім кабель такої системи живлення зв'язується через паразитні ємності з кабелем системи передачі, як показано на малюнку А-3.



Малюнок А-3

4. Синфазний шум неекраниваного кабелю живлення передається на заземлення через паразитну ємність. Оскільки як екраниваний, так і неекраниваний дріт під'єднані до загального заземлення, інші системи можуть зазнавати перешкод через синфазний шум, який передається від заземлення назад до системи через екран. Дивіться малюнок А-4.



Малюнок А-4

5. Коли надмірні імпульсно-модульовані струми проходять через незаземлений кабель приводу змінного струму, він діє як антена та випромінює перешкоди.

А-3 Рішення для EMC: заземлення

Струм витоку електронного обладнання відводиться на землю через дріт заземлення та заземлюючий електрод. Якщо в системі декілька точок заземлення, то відповідно до закону Ома, виникає різниця потенціалів, коли опіри заземлення цих точок відрізняються.

Відповідно до закону Ома, у низькоомному ланцюгу навіть невелика різниця потенціалів приводить до великих струмів взаємного впливу та проблем з EMC, тому забезпечення рівності потенціалів або екіпотенціальності критично важливо.

А-3-1 Захисне та функціональне заземлення

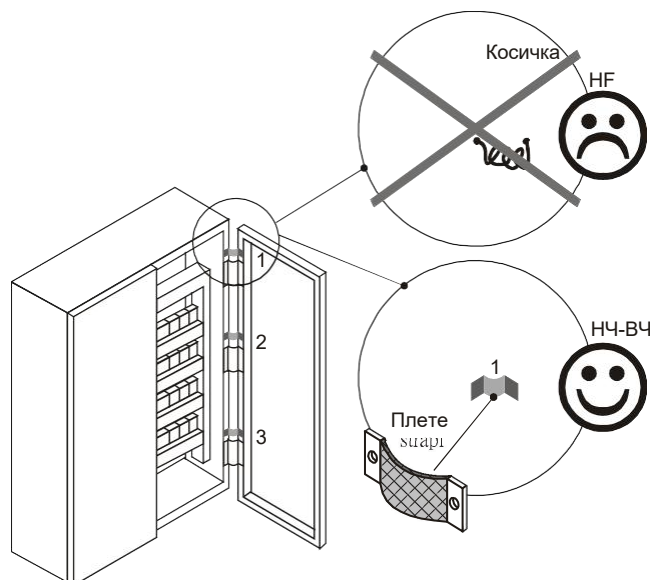
Будь ласка, уважно прочитайте наступні інструкції, якщо застосовано два типи заземлення одночасно.

Захисне заземлення застосовується поза будівлями і повинно мати низький опір. З іншого боку, функціональне заземлення може застосовуватися всередині будівель і повинно мати низький імпеданс.

Метою EMC є уникнення будь-яких ефектів перешкод. Заземлення для EMC можна розрізнити за частотою. Для частот нижче 10 кГц слід використовувати **одноточкову систему заземлення**, а для частот вище 10 кГц слід використовувати **багатоточкову систему заземлення**.

- **Заземлення в одній точці** : усі сигнальні заземлення всього ІТ-обладнання з'єднані послідовно, щоб утворити єдину опорну точку. Ця точка може бути заземлена безпосередньо на землю; до призначеної точки заземлення або до точки безпеки, яка вже заземлена.
- **Багатоточкове заземлення** : усі сигнали всього ІТ-обладнання заземлюються незалежно.
- **Гібридне заземлення** : цей тип заземлення поводить по-різному для низьких і високих частот. Коли дві одиниці ІТ-обладнання (А та В) з'єднані через екранований кабель, один кінець під'єднується безпосередньо до землі, а інший кінець – до землі через конденсатор. Цей тип системи заземлення відповідає критеріям заземлення високої та низької частоти.
- **Плаваюче заземлення** : сигнали всього ІТ-обладнання ізолювані один від одного та не заземлені.

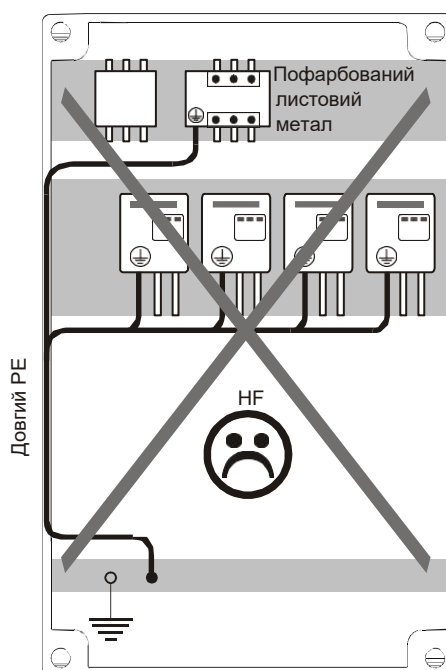
Постійний струм тече рівномірно по всій ділянці провідника. Але змінний струм тече до поверхні провідника зі збільшенням частоти; це називається «поверхневий ефект». Це призводить до того, що ефективна площа поперечного перерізу зменшується зі збільшенням частоти. Таким чином, пропонується збільшити ефективну площу поперечного перерізу заземлення для високих частот шляхом заміни дротів заземлення на плетені або стрічкові провідники. Див. малюнок А-5 нижче.



Малюнок А-5

Ось чому для підключення до загального контуру заземлення або шини заземлення необхідно застосувати товстий короткий дрід заземлення. Особливо, коли контролер (наприклад, ПЛК) підключений до двигуна змінного струму, він повинен бути заземлений коротким і товстим провідним дротом. Рекомендується використовувати провідник з плоскою опліткою (наприклад, металева сітка) з меншим опором на високих частотах.

Якщо дрід заземлення занадто довгий, його індуктивність може заважати конструкції заземлення будівлі або шафи управління та утворювати взаємну індуктивність і паразитну ємність. Як показано на малюнку А-6, довгий дрід заземлення може стати вертикальною антеною та перетворитися на джерело шуму.

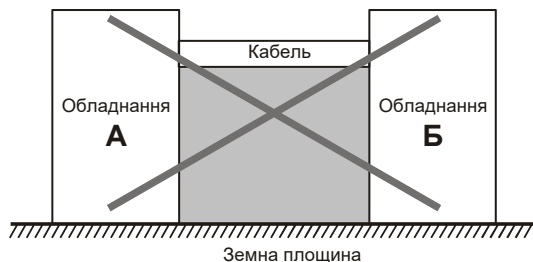


Малюнок А-6

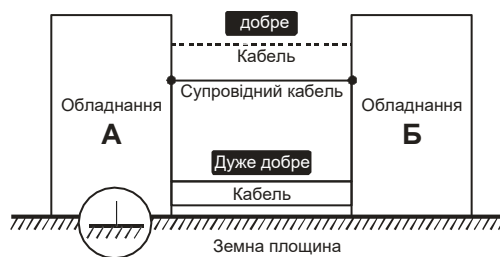
А-3-2 Петлі заземлення

Петля **заземлення** виникає, коли обладнання підключено до кількох шляхів заземлення. У цьому випадку струм заземлення може повернутися до заземлювального електрода більш ніж одним шляхом. Існує три способи запобігання петель заземлення:

1. Використовуйте єдиний ланцюг живлення
2. Одноточкове заземлення
3. Ізоляція сигналів, наприклад, за допомогою оптопар



Малюнок А-7



Малюнок А-8

Щоб уникнути «синфазного шуму», використовуйте паралельні дроти або виту пару. Дотримуйтеся цього правила, а також уникайте довгих проводів, пропонується розташувати два дроти з прямим та зворотним шляхом сигналу або живлення якомога ближче один до одного.

А-3-3 Системи заземлення

Міжнародний стандарт IEC60364 розрізняє три різні категорії систем заземлення, використовуючи дволітерні коди TN, TT, IT.

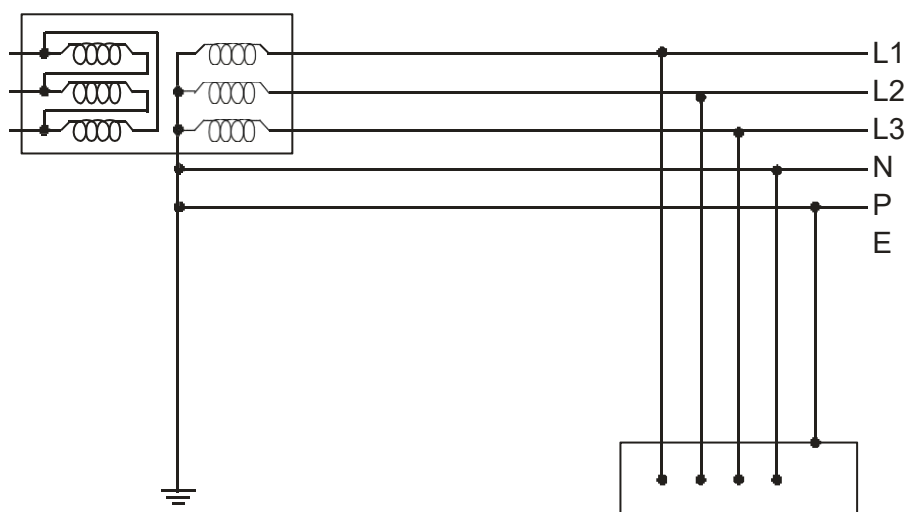
- Перша **літера** вказує на тип заземлення електроживлячого обладнання (генератора або трансформатора).
 - T** : Одна або кілька точок електроживлення підключені безпосередньо до однієї точки заземлення.
 - I** : Або жодна точка не підключена до землі (ізольована), або вона підключена до землі через високий імпеданс.
- Друга **буква** вказує на з'єднання між землею та обладнанням джерела живлення.
 - T** : підключений безпосередньо до землі (ця точка заземлення відокремлена від інших точок заземлення в системі електроживлення.)
 - N** : підключений до землі через провідник, який надається системою живлення
- Третя і **четверта буква** вказують на розташування заземлювача.
 - S** : Нульовий і заземлюючий провідники розділені
 - C** : нейтраль і земля об'єднані в один провідник

система TN

TN : Нейтральна точка трансформатора або генератора низької напруги заземлена, як правило, точка зірки в трифазній системі. Корпус електричного пристрою з'єднаний із землею через це заземлення на трансформаторі.

Захисне заземлення (PE) : провідник, який з'єднує відкриті металеві частини споживача.

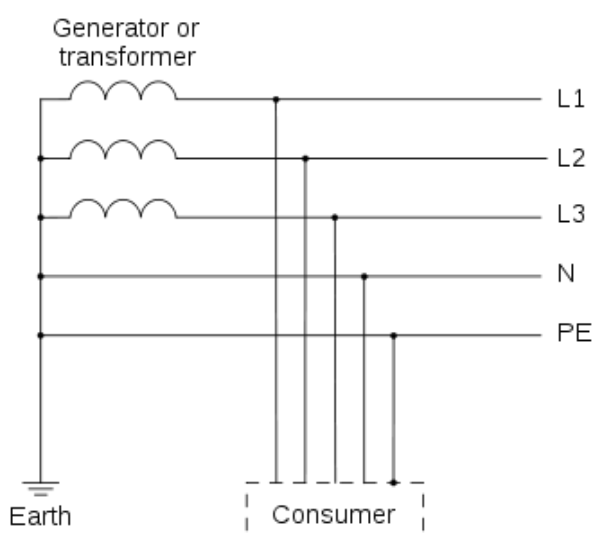
Нейтраль (N) : провідник, який з'єднується з початковою точкою в трифазній системі або який переносить зворотний струм в однофазній системі.



Малюнок А-9

система TN-S

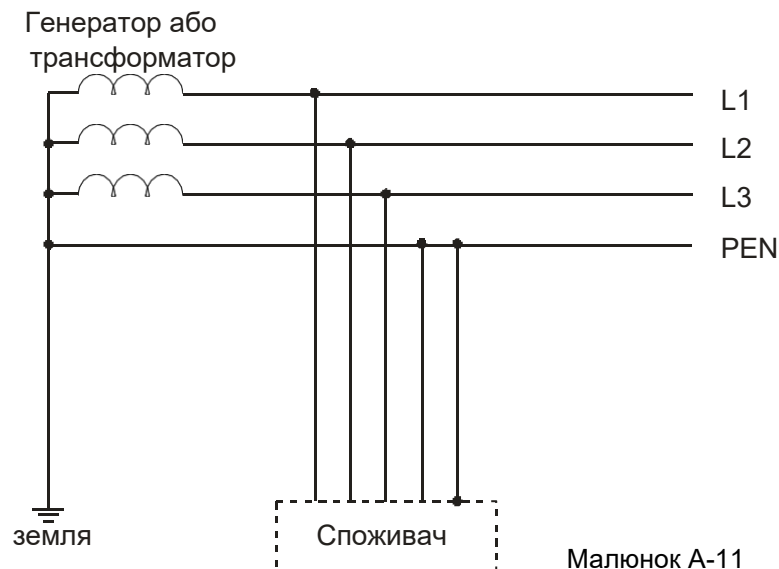
TN-S : PE та N – це два окремі провідники, які поєднуються разом лише поблизу джерела струму (трансформатора або генератора). Це те саме, що трифазна п'ятипровідна система.



Малюнок А-10

система TN-C

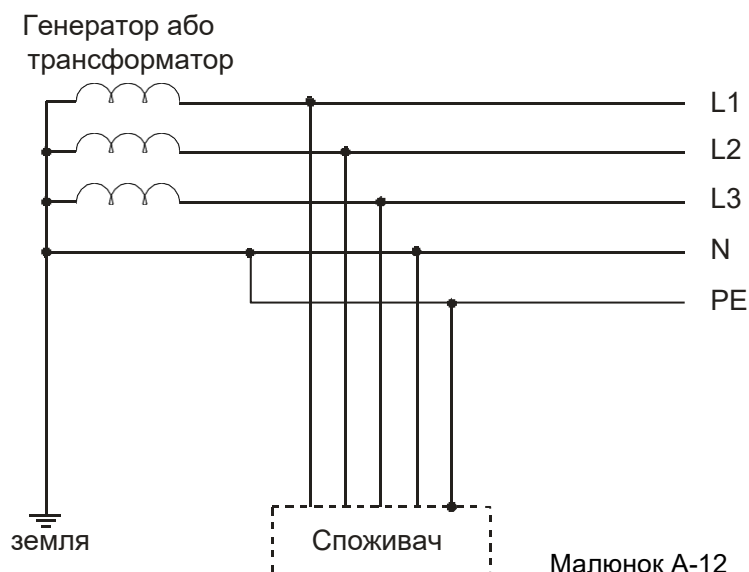
TN-C : PE та N є двома окремими провідниками в електричній установці, подібній до трифазної п'ятипровідної системи, але біля сторони живлення PE та N об'єднані в провідник PEN, подібний до трифазної чотирипровідної мережі. система.



Малюнок А-11

система TN-C-S

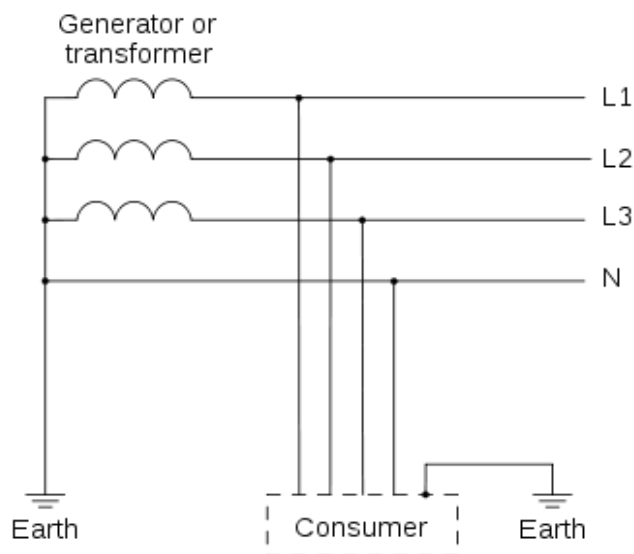
TN-C-S : комбінована система заземлення та нейтралі (PEN-провідник) використовується в деяких системах, але згодом поділяється на два окремих провідники PE та N. Типове застосування комбінованого PEN-провідника – від підстанції до будівлі, але всередині будівлі PEN розділений на PE та N провідники. Пряме підключення PE та N-провідників до багатьох точок заземлення в різних місцях на полі зменшить ризик розриву нейтралей. Тому ця програма також відома як **захисне багаторазове заземлення (PME)** у Великобританії або як **багатоаземлена нейтраль (MEN)** в Австралії



Малюнок А-12

система TT

TT : Нейтральна точка (N) трансформатора низької напруги та корпуси обладнання (PE) підключені до окремої точки заземлення. Нейтраль (N) трансформатора та електричне обладнання підключено.



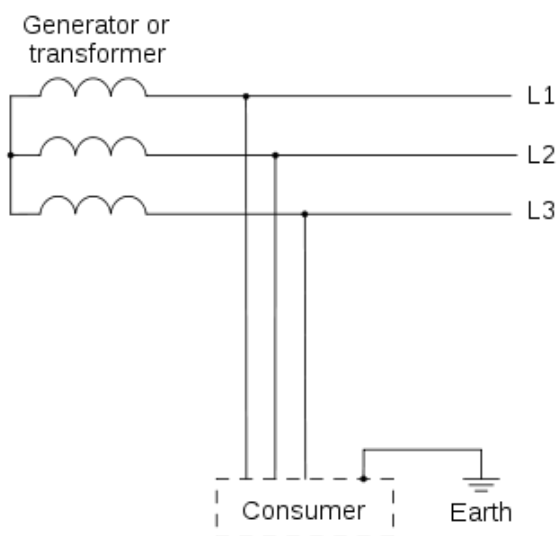
Малюнок А-13

ІТ-система

ІТ : Нейтральна точка трансформатора та електричного обладнання не заземлені, заземлені лише корпуси обладнання PE.

У ІТ-мережі нейтраль системи розподілу електроенергії або не підключена до землі, або заземлена через високий імпеданс. У такій системі для контролю імпедансу використовується ізолюваний контрольний пристрій.

Вбудований фільтр слід від'єднати перемичкою RFI, а зовнішній фільтр не слід встановлювати, коли привод змінного струму або серводвигун змінного струму підключено до ІТ-системи.



Малюнок А-14

Критерії системи заземлення та EMC

	TN-S	TN-C	TT	IT
Безпека персоналу	добре	добре	добре	добре
	Безперервність РЕ провідника повинна бути забезпечена протягом усього монтажу	Безперервність РЕ провідника повинна бути забезпечена протягом усього монтажу	УЗО є обов'язковим	Безперервність РЕ провідника повинна бути забезпечена протягом усього монтажу
Безпека майна	Погано	Погано	добре	добре
	Високий струм пошкодження (близько 1 кА)	Високий струм пошкодження (близько 1 кА)	Середній струм пошкодження (< кількох десятків ампер)	Низький струм першої несправності (< кількох десятків мА), але високий струм при другій несправності
Наявність Енергії	добре	добре	добре	Чудово
EMC поведінка	Чудово	Погано (заборонено)	добре	Погано (треба уникати)
	· Майже еквіпотенціально Проблеми: · Потрібно впоратися з проблемою високих струмів витоку пристроїв · Високий струм пошкодження (перехідні перешкоди)	· Нейтраль і РЕ однакові · Циркуляція струмів перешкод у відкритих провідних частинах (випромінювання сильного магнітного поля) · Високі струми пошкодження (перехідні перешкоди)	· Ризик перенапруги Еквіпотенціально Проблеми: · Потрібно вирішити проблему високих струмів витоку пристроїв УЗО	· Ризик перенапруги · Синфазні фільтри та розрядники перенапруги повинні витримувати міжфазну напругу. · Небажане спрацювання УЗО за наявності синфазних конденсаторів · Еквівалент системи TN для другої несправності

А-4 Рішення для ЕМС: екранування

А-4-1 Що таке екранування

Електростатичне екранування використовується для ізоляції обладнання таким чином, щоб воно не створювало перешкод електромагнітним полем або не зазнавало впливу зовнішнього електромагнітного поля. Для досягнення цієї ізоляції використовується провідний матеріал для електростатичного екранування.

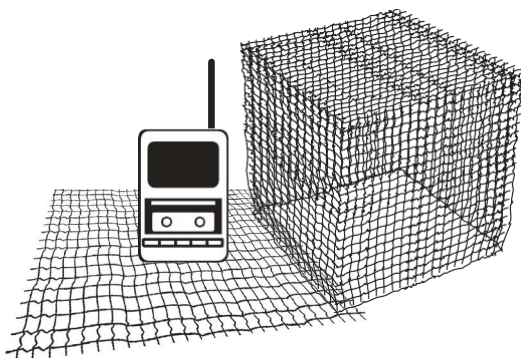
Клітку Фарадея можна зробити з металевої сітки або провідного матеріалу.

Однією з характеристик металу є те, що він має високу провідність і не є електростатичним, що забезпечує екранування та запобігає перешкодам зовнішнім електричним полем. Метал зі своєю високою провідністю захищає внутрішні пристрої від високої напруги — напруга не потрапляє в клітку, навіть якщо в клітці діє високий струм. Крім того, електромагнітні поля також можуть проходити через клітку Фарадея, не викликаючи жодних збурень.

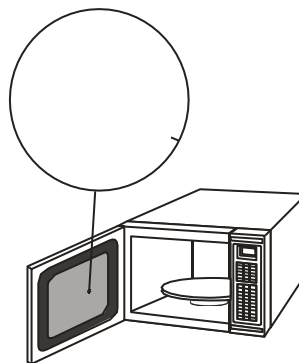
Електромагнітне екранування застосовується до деяких електричних пристроїв і вимірювального обладнання з метою блокування перешкод. Приклади екранування включають:

- Заземлення високовольтного внутрішнього обладнання за допомогою металевого каркасу або металевої сітки високої щільності
- Екранування силового трансформатора досягається обмотуванням металевого листа між первинною та вторинною обмотками або додаванням емальованого дроту до дроту обмотки, який потім заземлюється.
- Екрануюче покриття, виготовлене з металевої сітки або провідних волокон для забезпечення ефективного захисту працівників, які працюють у середовищі високої напруги.

На малюнку нижче видно, що радіоприймач не повністю покритий металом, але якщо провідність металу висока, радіохвилі повністю блокуються, і радіо не отримуватиме жодного сигналу.

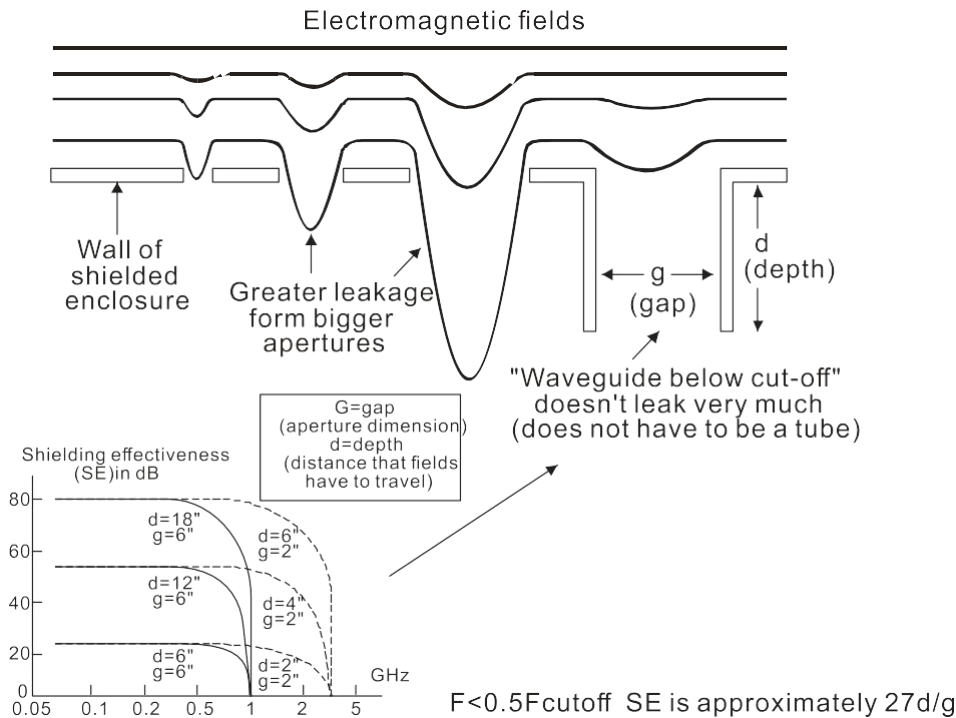


Малюнок А-15



Малюнок А-16

Мобільний телефонний зв'язок також встановлюється через передачу радіохвиль. Ось чому прийом мобільного телефону часто вимикається, коли ми заходимо в ліфт. Металеві стіни ліфта створюють такий же екрануючий ефект, ніби ми увійшли в металеву клітку. Ще один приклад – мікрохвильова піч. Дверцята мікрохвильової печі можуть здаватися прозорими у видимому світлі, але щільність металевої сітки в дверцятах мікрохвильової печі блокує електромагнітні хвилі. Вища щільність металевої сітки забезпечує краще екранування.



Малюнок А-17

А-4-2 Як зменшити електромагнітні завади за допомогою екранування

Залізо та інші метали є матеріалами з високою провідністю, які забезпечують ефективне екранування на надзвичайно низьких частотах. Але провідність буде зменшуватися як:

1. На провідник подаються високочастотні сигнали
2. Обладнання знаходиться в сильному магнітному полі
3. Екрануюча рама машинно формує певну форму

Важко вибрати відповідний матеріал з високою провідністю для екранування без допомоги постачальника екрануючого матеріалу або відповідної установи з електромагнітної сумісності.

Ефективність металевого екранування

Ефективність екранування (SE) використовується для оцінки застосовності екрануючої оболонки. Формула така:

$$SE_{dB} = A + R + B \quad (\text{Заходи в дБ}) \quad \text{де} \quad A = \text{втрати поглинання (дБ)}$$

$$R = \text{втрати на відбиття (дБ)}$$

$$B = \text{Коригувальний коефіцієнт (дБ)}$$

(для багаторазових відбиттів у тонкому екрані)

Втрата на поглинання означає кількість втрат енергії під час проходження електромагнітної хвилі через екран. Формула така:

$$AdB = 1,314(f\sigma\mu)^{1/2t} \quad \text{де}$$

$$f = \text{частота (МГц)}$$

$$\mu = \text{проникність відносно міді}$$

$$\sigma = \text{провідність відносно міді}$$

$$t = \text{товщина екрана в сантиметрах}$$

Втрати на відбиття залежать від джерела електромагнітної хвилі та відстані від цього джерела. Для стержневої або прямої дротяної антени хвильовий імпеданс збільшується, коли вона наближається до джерела, і зменшується, коли вона віддаляється від джерела, поки не досягне опору плоскої хвилі (377) і потім без змін. Якщо джерелом хвилі є невелика дротяна петля, магнітне поле є домінуючим, і хвильовий імпеданс зменшується, коли вона наближається до джерела, і збільшується, коли вона віддаляється від джерела; але він вирівнюється до 377 Ом, коли відстань перевищує одну шосту довжини хвилі.

Конструкція електричної шафи

У височастотному електричному полі екранування можна досягти шляхом нанесення тонкого шару провідного металу на корпус або внутрішній облицювальний матеріал. Однак покриття має бути ретельним, і всі частини повинні бути належним чином покриті без будь-яких швів або зазорів (як у клітці Фарадея). Це тільки ідеал. Виготовлення безшовної екрануючої оболонки практично неможливо, оскільки кліть складається з металевих частин. У деяких випадках необхідно просвердлити отвори в екрануючому корпусі для встановлення аксесуарів (наприклад, додаткових плат та інших пристроїв).

1. Якщо металеві компоненти правильно зварені за допомогою складної технології зварювання для формування електричної шафи, деформація під час використання навряд чи відбудеться. Але якщо електрична шафа збирається за допомогою гвинтів, захисний ізоляційний шар під гвинтом необхідно належним чином видалити перед складанням, щоб досягти найбільшої провідності та найкращого екранування.
2. Свердління отворів для монтажу проводів у електричній шафі знижує ефективність екранування та збільшує ймовірність витoku електричних хвиль через отвори та випромінювання перешкод. Ми рекомендуємо, щоб просвердлені отвори були якомога вузькими. Якщо отвори для електропроводки не використовуються, належним чином закрийте отвори металевими пластинами або металевими кришками. Фарбу або покриття металевої пластини та металевої кришки слід ретельно видалити, щоб забезпечити контакт металу з металом, або встановити струмопровідну прокладку.
3. Встановіть промислові струмопровідні прокладки для повної герметизації електричної шафи та дверей шафи без зазорів. Якщо струмопровідні прокладки занадто дорогі, будь ласка, прикрутіть дверцята шафи до електричної шафи з невеликою відстанню між гвинтами.
4. Зарезервуйте клему заземлення на дверцятах електричної шафи. Цю клему заземлення не можна фарбувати. Якщо фарба вже є, будь ласка, видаліть фарбу перед заземленням.

Електричні дроти та кабелі

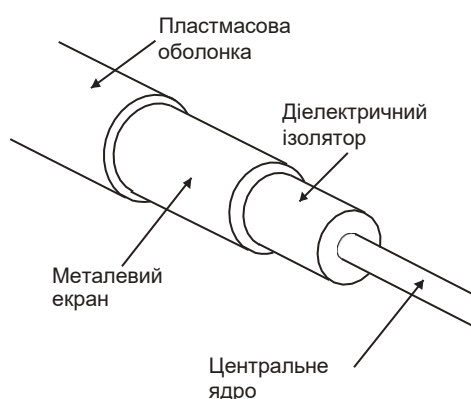
Екранована вита пара (STP) — це тип кабелю, у якому два ізольовані мідні дроти скручуються разом та мають металеву сітку, що оточує виту пару, яка утворює електромагнітне екранування, а також може використовуватися для заземлення.

Окремі електричні дроти та увесь кабель оточені (синтетичною) гумою, яка забезпечує ізоляцію, а також захищає від пошкоджень.

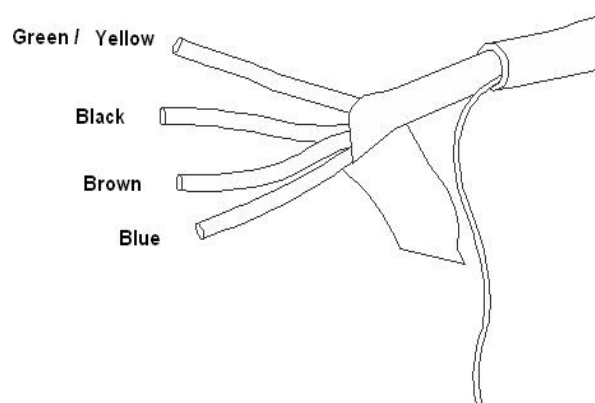
Існує два типи електричних кабелів: високовольтні та низьковольтні. Кабель високої напруги відрізняється від кабелю низької напруги тим, що він має додатковий ізоляційний шар, який називається діелектричним ізолятором усередині пластикової оболонки. Діелектричний ізолятор є найважливішим компонентом ізоляції. Кабель низької напруги зазвичай заповнюється лише м'яким полімерним матеріалом для утримання внутрішнього мідного дроту на місці.

Екран виконує дві функції:

1. Для екранування електричних проводів і кабелів.
 - (1) Електричні струми збільшуються, коли потужність проходить через кабель живлення та створює електричне поле. Такі перешкоди можна придушити всередині кабелю шляхом екранування силових кабелів або електричних проводів.
 - (2) Для формування захисного заземлення. Коли жила кабелю пошкоджена, струм витoku буде протікати через екран на землю
2. Для захисту кабелю. Кабель живлення, який використовується для керування комп'ютером, генерує відносно низьку кількість струму всередині кабелю. Такий кабель живлення не стане джерелом перешкод, але має велику ймовірність перешкод з боку навколишніх електричних пристроїв.



Малюнок А-18



Малюнок А-19

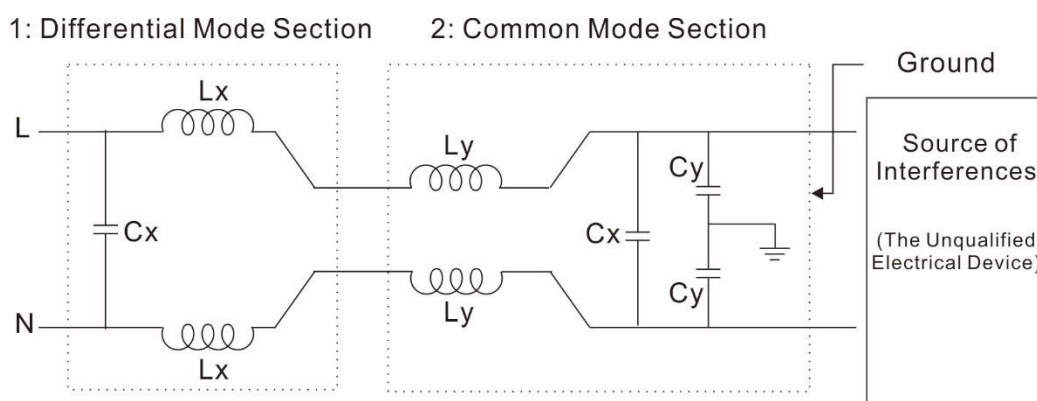
А-5 Рішення для ЕМС: фільтр

А-5-1 фільтр

Електромагнітні перешкоди передаються двома шляхами: випромінюванням і провідністю. Найбільш ефективним і економічним методом зменшення випромінюваних перешкод є використання екранування, а зменшення кондуктивних перешкод – використання електромагнітного фільтра.

Шумові перешкоди можна розділити на дві категорії: високочастотні (150 кГц–300 МГц) і низькочастотні (100–3000 Гц). Високочастотний шум швидше слабшає з відстанню та має меншу довжину хвилі, тоді як низькочастотний шум повільніше слабшає з відстанню та має більшу довжину хвилі. Обидва типи перешкод передаються через кабелі живлення та дроти живлення, впливаючи на сторону джерела живлення.

Високочастотні перешкоди на стороні живлення можна усунути або послабити шляхом встановлення фільтра. Фільтр складається з котушок і конденсаторів. Деякі привода не мають вбудованого фільтра, у цьому випадку потрібно встановити зовнішній додатковий фільтр. На малюнку А-20 нижче показано стандартну схему фільтра.

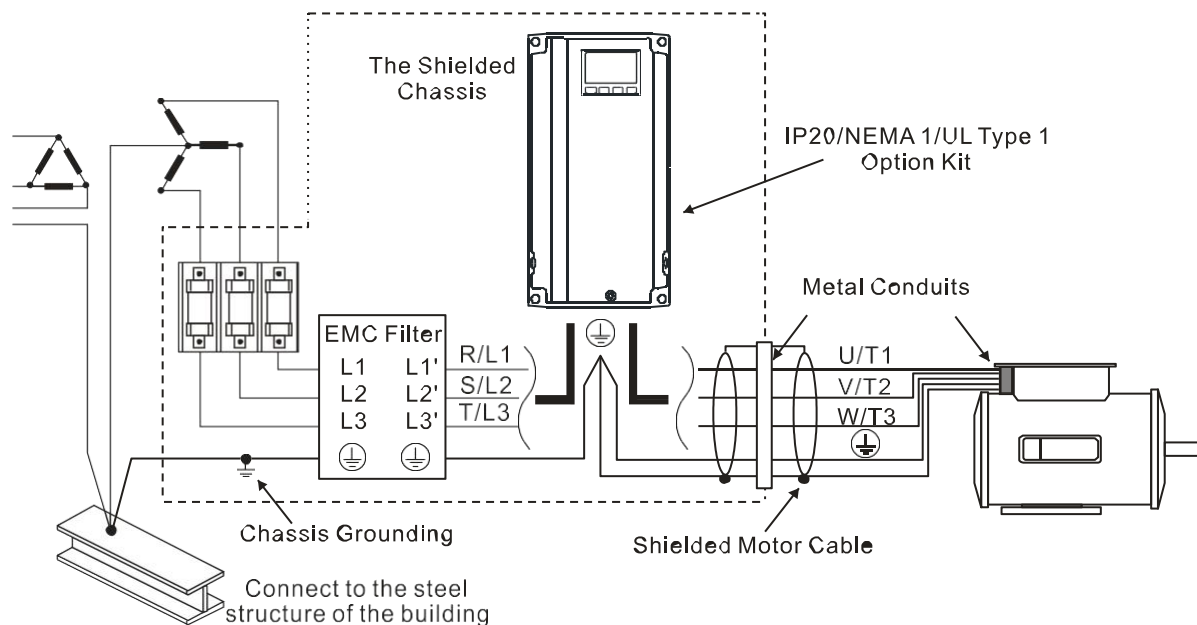


Малюнок А-20

Фільтр складається з секції диференціального режиму (для усунення шуму нижче 150 кГц) і секції синфазного режиму (для усунення шуму вище 150 кГц). Для високочастотного шуму індуктивність діє як високий імпеданс, щоб утворити розрив ланцюга, а конденсатор діє як низький імпеданс, щоб утворити коротке замикання. Правильна конструкція та розміри котушок індуктивності та конденсаторів створюють резонансний контур для поглинання гармонійних струмів. Конденсатор Cy заземлений, щоб гармонійні струми виводилися на землю.

Зовнішній фільтр

Фільтр і привод змінного струму повинні бути встановлені в шафі керування або на монтажній пластині, яка має заземлення. Кабель двигуна має бути екранованим і якомога коротшим. Використовуйте фільтри, рекомендовані Delta, щоб забезпечити відповідність стандартам електромагнітної сумісності.



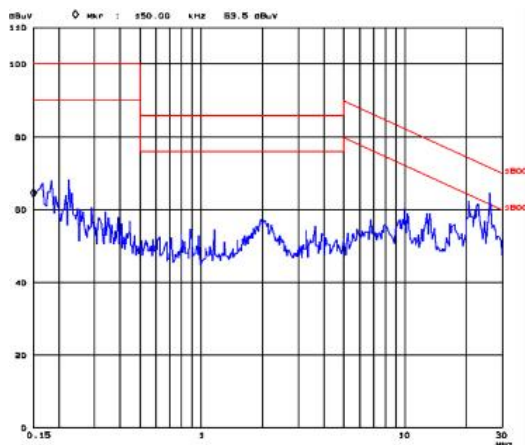
Малюнок А-21

Приводи змінного струму з вбудованим фільтром

1. Оскільки перешкоди пригнічуються шляхом встановлення заземленого конденсатора у фільтр, сила струму на землю (струм витoku) може призвести до ураження електричним струмом персоналу або системи живлення. Зверніть увагу на цю проблему.
2. Оскільки струм витoku на землю може бути високим, дуже важливо застосувати захисне заземлення, щоб запобігти ураженням електричним струмом.

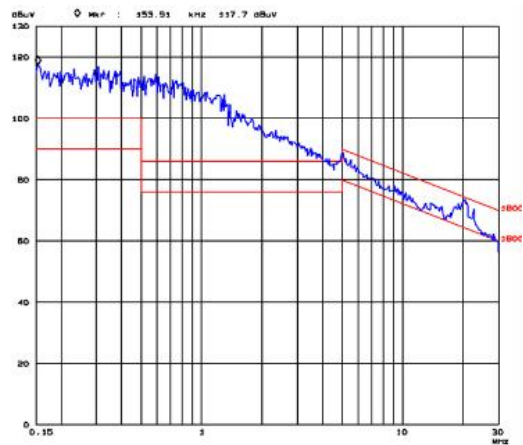
Установка фільтра (з і без)

< 15 м при 60 Гц з фільтром EMC



Малюнок А-22

< 15 м при 60 Гц без фільтра EMC



Малюнок А-23

Реактор нульової фази (дросель)

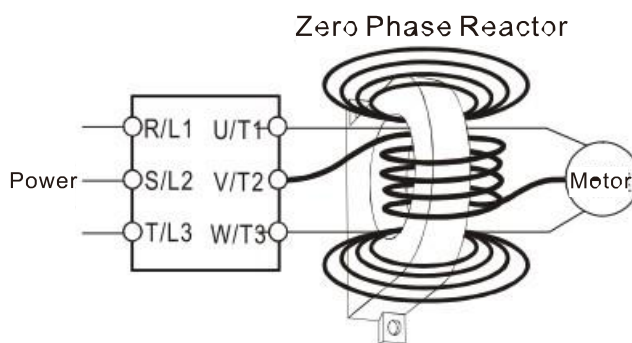
Перешкоди також можна придушити, встановивши реактор нульової фази на стороні джерела живлення та/або на виході приводу двигуна змінного струму, залежно від місця виникнення перешкод. Оскільки струми на вході та на виході потужного приводу змінного струму є великими, уважно вибирайте магнітопровід із відповідною струмоспроможністю

Ідеальним магнітним матеріалом для великих струмів є компаунд з магнітного порошка. Він підтримує високі струми та вищий імпеданс порівняно з чистими металевими магнітопроводами. Тому його можна використовувати у високочастотному середовищі. Імпеданс також можна підвищити шляхом збільшення кількості вітків.

Монтаж реактора нульової фази

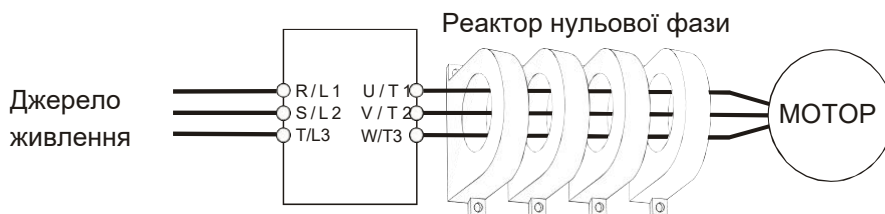
Існує два способи встановлення, залежно від розміру реактора нульової фази та довжини кабелю двигуна.

1. Промотайте кабель двигуна через середину реактора з нульовою фазою чотири рази. Розташуйте реактор і двигун змінного струму якомога ближче один до одного.



Малюнок А-24

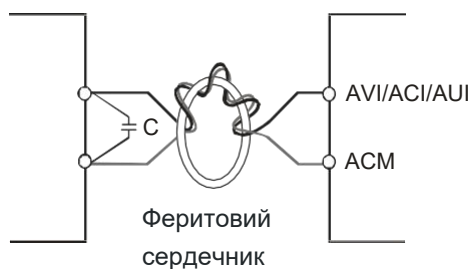
2. Проведіть усі дроти через середину чотирьох нуль-фазних реакторів без обмотки.



Малюнок А-25

Аналогові входні сигнали

Якщо на аналогові входні сигнали впливає завада від двигуна змінного струму, підключіть конденсатор і феритовий сердечник, як показано на малюнку А-26 нижче. Намотайте дроти навколо сердечника в одному напрямку 3 або більше разів.

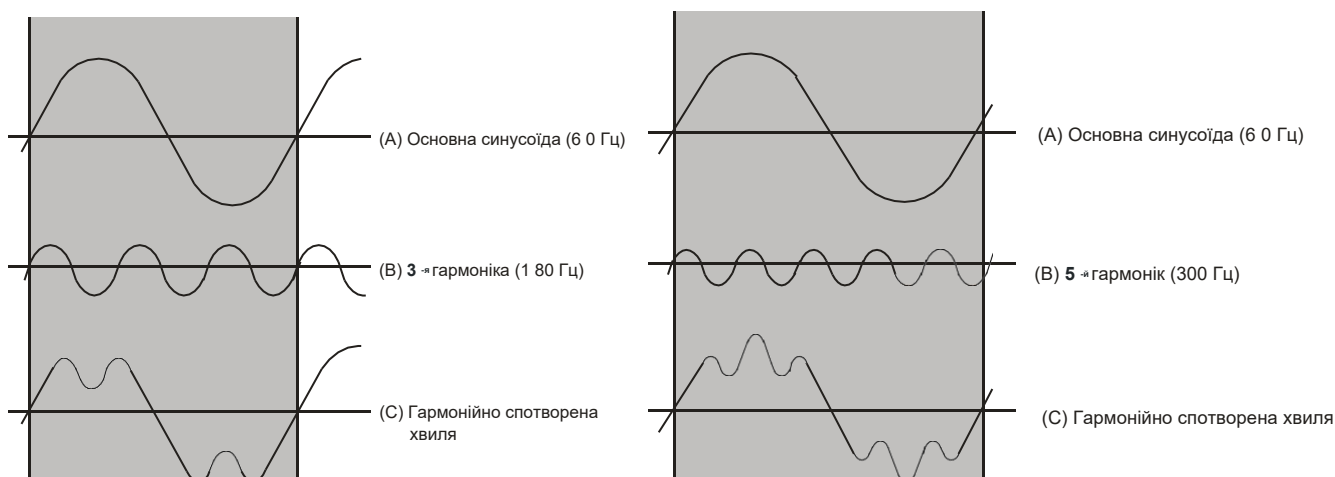


Малюнок А-26

А-5-2 Гармонійна інтерференція

Вхідний струм приводу змінного струму є нелінійним, вхідний випрямляч генерує гармоніки. Гармоніки повинні бути обмежені в межах певного діапазону, щоб уникнути впливу на мережу та спотворення струму, щоб не впливати на навколишні пристрої. Привід двигуна змінного струму з вбудованим реактором постійного струму ефективно пригнічує гармонічні спотворення струму (Total Harmonic Current Distortion THCD) і, таким чином, зменшує піки гармонійної напруги Total Harmonic Voltage Distortion THVD).

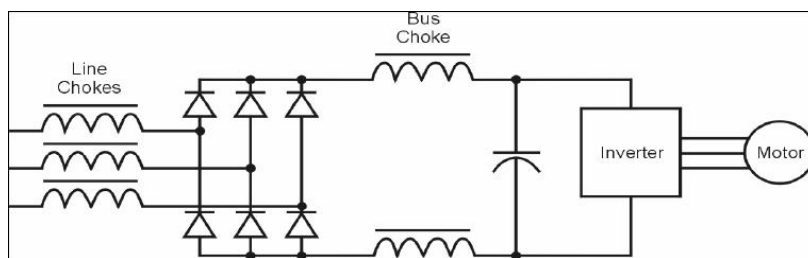
Гармонійний струм на стороні джерела живлення



Малюнок А-27

Придушення гармонійних струмів

Коли на вході живлення ПЧ виникає велика частина струмів нижчих гармонік (5-й, 7-й, 11-й і т.д.), навколишні пристрої будуть заважатись, а коефіцієнт потужності буде низьким в результаті реактивної потужності. Встановлення реактора на вході приводу двигуна змінного струму ефективно пригнічує гармонічні струми нижчого порядку.



Малюнок А-28

Реактор змінного струму

Встановлюється послідовно з джерелом живлення та ефективно зменшує нижні гармоніки.

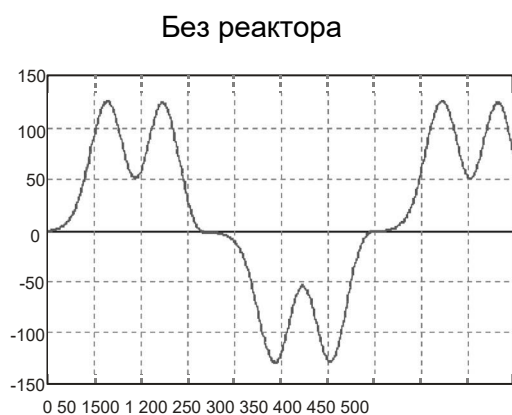
Особливості реактора змінного струму включають:

1. Зменшує гармонічні струми до привода змінного струму та збільшує опір джерела живлення.
2. Поглинає перешкоди, створювані навколишніми пристроями (наприклад, перенапруження, оверструми та стрибки самої мережі), і зменшує їх вплив на привід змінного струму.
3. Підвищує коефіцієнт потужності.

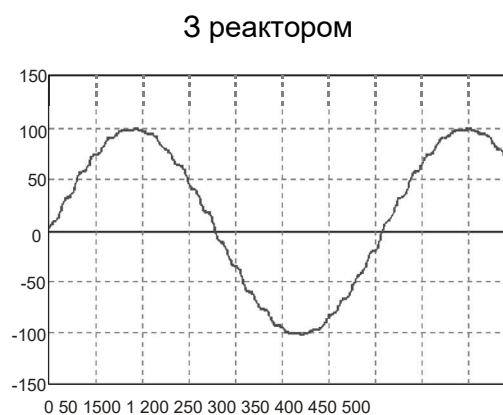
Реактор постійного струму

Між випрямлячем і конденсатором шини постійного струму встановлений реактор постійного струму для придушення гармонійних струмів і досягнення більш високого коефіцієнта потужності.

Хвильові діаграми струму



Малюнок А-29



Малюнок А-30