

Вплив блискавки та її наслідки

Вплив блискавки може проявлятися трьома способами:

- ▶ Перший ефект — це пряме з'єднання, наприклад, удар блискавки в опору ліній електропередачі. Частина струму розряду пройде по кабелю. Амплітуда збурення залежить від довжини та типу кабелю.
- ▶ Другий ефект може бути пов'язаний із струмами заземлення. Під час грози струм у ґрунті може досягати 200 кА. Залежно від складу ґрунту та кліматичних умов, збурення може поширюватися на відстань до 2 км.
- ▶ Останній ефект — це індуктивне з'єднання. Кабель, по якому проходить струм, може індукувати струм у будь-якому кабелі, що проходить паралельно.

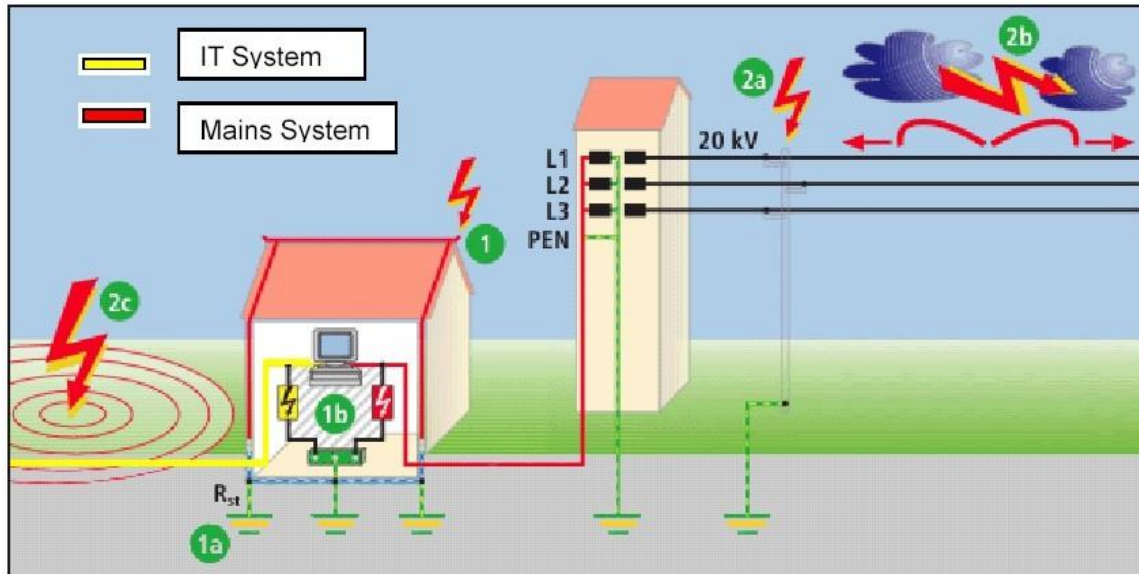


Fig. 3: Causes of surges at lightning discharges

1. Direct close lightening strike
 - (a) voltage drop at the impulse earthing resistance R_{st}
 - (b) inducted voltage in loops
2. Distant lightning strike
 - (a) strike in medium voltage overhead lines
 - (b) surge waves travelling on overhead lines due to cloud to cloud lightning
 - (c) fields of the lightning channel.

Амплітуда та частота

Струми розряду можуть досягати 200 кА, а їх середнє значення становить 28 кА. Такі струми при прямому ударі виводять з ладу будь-яке обладнання. Отже, системи захисту від блискавки призначені переважно для захисту від непрямих наслідків удару блискавки.

- ▶ Таблиця, що показує амплітуду та частоту ударів.

Table 1. Lightning Parameters

Percent of strokes	90%	50%	10%
Crest current i	2-8kA	10-25kA	40-300kA
Rate of current rise di/dt	2kA/ μ s	8kA/ μ s	20-300kA/ μ s
Duration of single pulse	100-600 μ s	0.5-3ms	20-400ms
Total stroke duration	10-100ms	100-300ms	0.5-1.5s
Number of pulses per stroke	1-2	2-4	5-34

Reference: Ezell, T.F., survey of lightning characteristics SC-TM-67-630 (August 1976).

- ▶ Вигляд ударної хвилі від прямого впливу 10/350 мкс у порівнянні з непрямим впливом блискавки 8/20 мкс

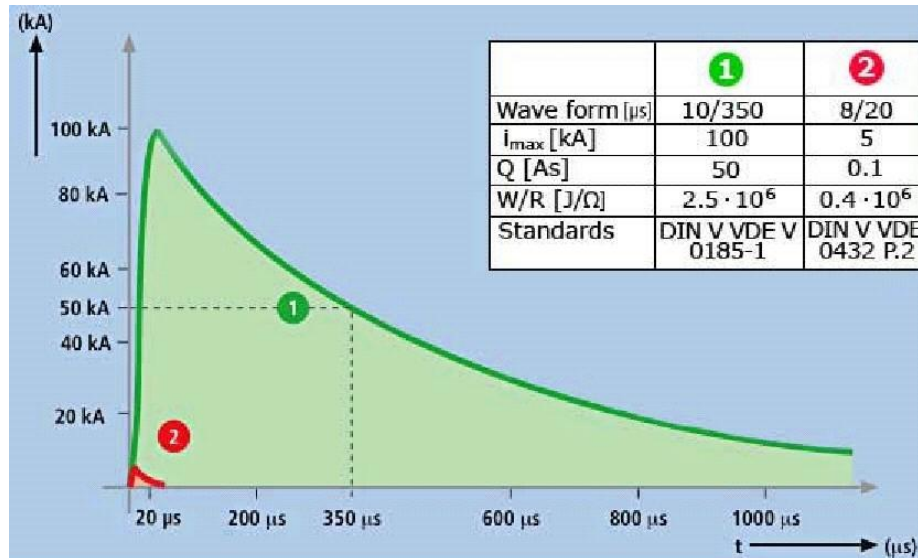


Fig 4: 1 = Test impulse current for lightning current arresters
2 = Test impulse current for surge arresters

Страховання та стандарти

Страхові компанії все більше турбуються про витрати на ремонт та заміну обладнання, пошкодженого блискавкою. Як правило, компанії визнають та можуть вимагати застосування заходів захисту, описаних у таких документах:

- ▶ «Ллойдс» (Lloyd's of London) та асоціація страховиків посилаються на документ BS6651: 1999, Додаток С. Цей документ детально описує різні аспекти захисту від блискавки.
- ▶ американський стандарт IEEE C62.41: 1991
- ▶ Міжнародний стандарт IEC 61000-4-5 щодо електромагнітної сумісності
- ▶ Новий міжнародний стандарт IEC 62305-4, 2006 щодо захисту від блискавки. Філософія цього стандарту полягає у визначенні оцінки ризику на основі зон (зон блискавкозахисту) навіть за наявності прямого впливу блискавки. Для кожної зони повинні використовуватися відповідні пристрої захисту.

Відповідно до стандарту IEC 62305-4, визначення зон на відкритому повітрі (зон блискавкозахисту) є таким:

- ▶ **LPZ 0_A** : зона, що піддається ризику прямого впливу імпульсу струму блискавки
- ▶ **LPZ 0_B** : зона, захищена від прямого впливу блискавки, але піддана ризику непрямих імпульсів струму.

Захист вагової платформи або зовнішньої системи

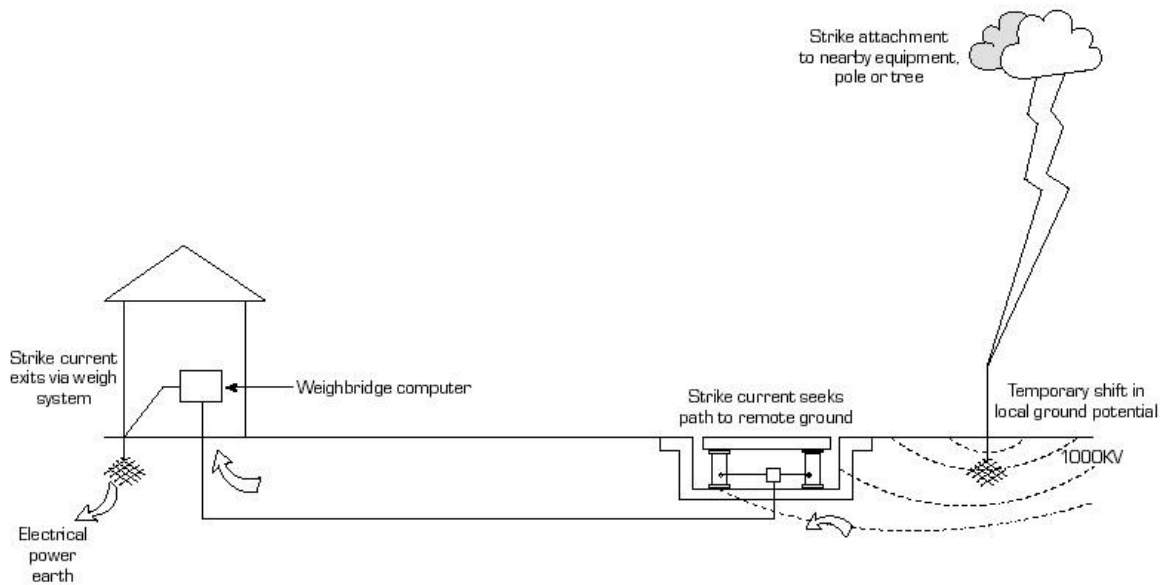
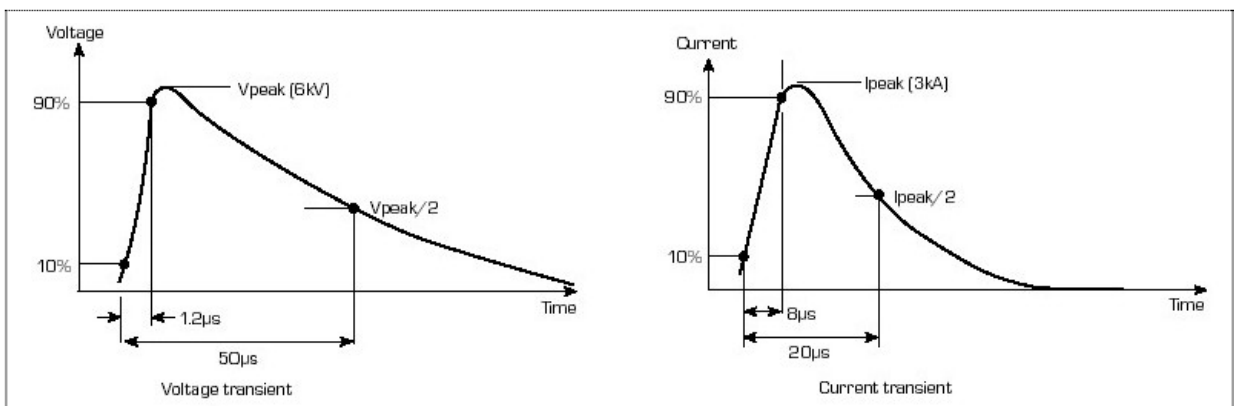


Figure 3 Weigh system damage caused by resistive coupling following a breakdown under local high voltage

Зазвичай датчики та індикатор класифікуються як зона LPZ 0_A (зона, що піддається ризику прямого впливу блискавки). Однак, залежно від відстані та способу прокладення кабелів між індикатором та інфраструктурою ваг, вимоги до захисту можуть відрізнятися:

► Індикатор ваги поблизу вагової платформи

У цьому випадку лише індикатор класифікується у зоні **LPZ 0_A**. Основний захист від прямого впливу блискавки охоплюватиме лише джерело живлення індикатора. Захист від непрямого впливу блискавки рекомендується забезпечити за допомогою пристрою (пристрою захисту від перенапруги), вбудованого в кожен датчик або розміщеного в розподільній коробці (або в обох). Цей пристрій забезпечує стійкість до імпульсів напруги 8/20 мкс 20 кВ та струму 10 кА (див. нижче).



► Індикатор ваги, розміщений поза межами вагової платформи

У цьому випадку класифікація **LPZ 0_A** стосується датчиків та індикатора. Потрібний не лише захист від непрямих впливів (розподільна коробка та/або датчики), але, з огляду на трасування кабелю (підземне або повітряне, поблизу інших силових кабелів у тому самому тунелі...), необхідний захист від прямих впливів з обох боків лінії.

З боку датчиків захист з високою пропускну здатністю 90 кА, 150 кА або 300 кА (пристрої захисту від грозового струму) не може бути вбудований у датчики або розподільну коробку і повинен бути розміщений перед ними.

Засоби захисту тензометричних датчиків навантаження

▶ Аналогові тензодатчики

Аналоговий тензодатчик складається з чотирьох тензодатчиків, з'єднаних у міст Уїтстона та встановлених на випробувальному тілі.

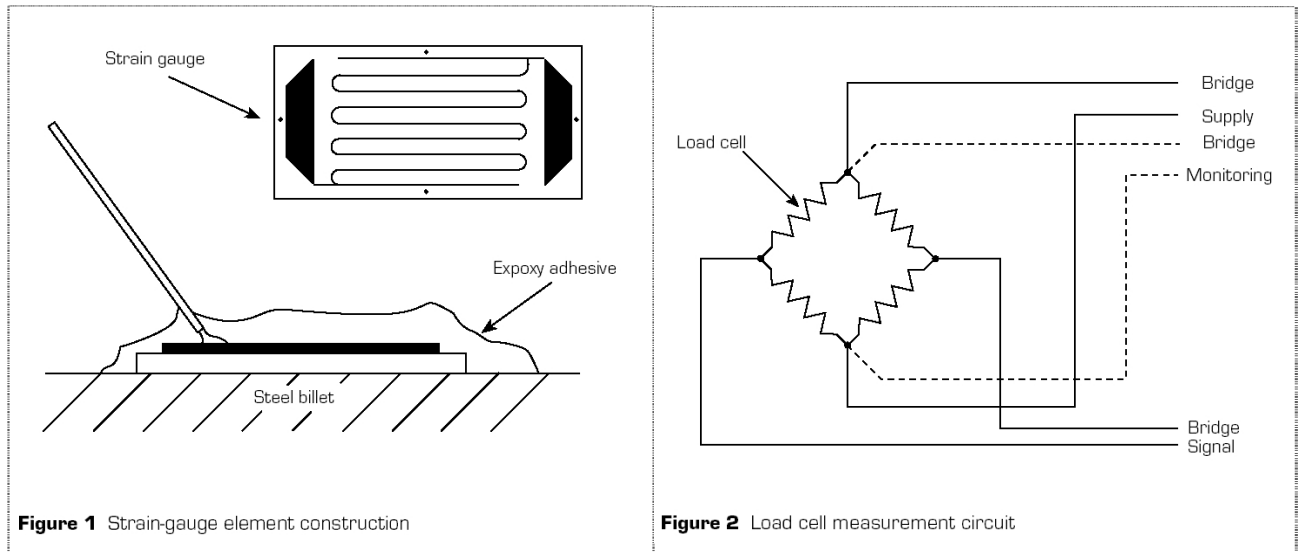


Figure 1 Strain-gauge element construction

Figure 2 Load cell measurement circuit

Диелектрична міцність тензодатчика до випробувального тіла становить близько 500 В. Захист від блискавки зазвичай забезпечується двома біполярними газорозрядними трубками, стійкими до імпульсів напруги 8/20 мкс 20 кВ та струму 10 кА.

▶ Цифрові тензодатчики

Цифровий тензодатчик поєднує в собі аналоговий датчик та електронні компоненти для обробки даних і передачі інформації. Захист від блискавки є більш суворим, ніж для аналогового датчика, оскільки електронні компоненти не витримують перенапруги, навіть дуже короткочасної.

Форма сигналу, що проходить через газорозрядну трубку, повинна бути обмежена до допустимих значень за допомогою одного або декількох додаткових каскадів захисних пристроїв, як правило, силових резисторів та діодів Транзіл.



У цифрового тензодатчика CB50X-DL газорозрядні трубки та додаткові каскади захисту вбудовані в розподільну коробку DLCJB.

▶ Заземлення

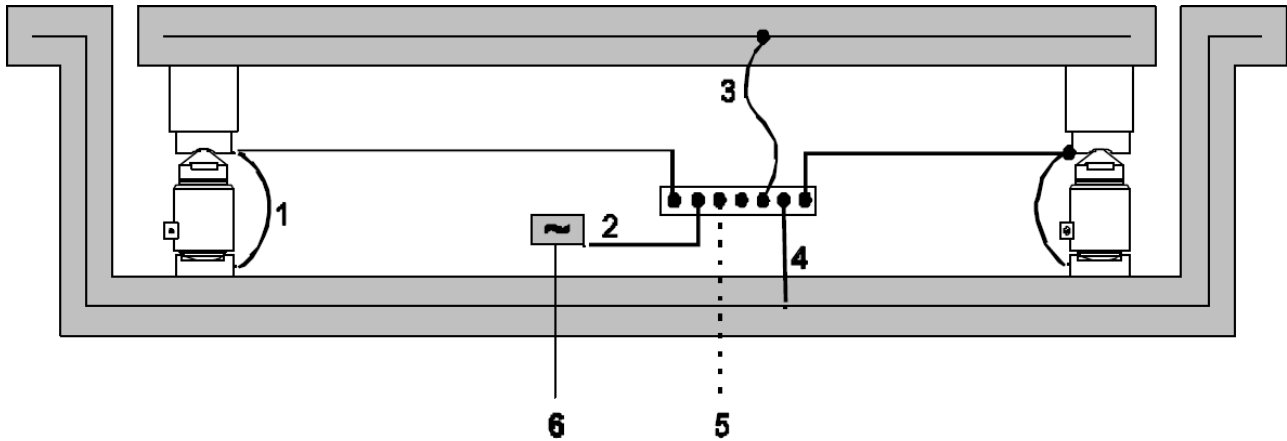
Правильне заземлення є необхідною умовою успішного захисту. Мета будь-якого пристрою захисту електронного обладнання — підтримувати мінімальну різницю потенціалів між ланцюгом та місцевим заземленням.

Пристрої захисту від перенапруги призначені для контролю напруги між фазами та між фазою і землею на рівнях, прийнятних для обладнання. Для цього:



З'єднання для заземлення повинно мати низький опір (менше 0,3 Ом), бути коротким і максимально прямим, без різких вигинів.

З'єднання для заземлення тензодатчиків та розподільної коробки повинні мати мінімальний переріз 6 мм² (бажано 16 мм²).



- 1 - З'єднувальний кабель через тензодатчик
- 2 - З'єднувальний кабель, підключений до SPD
- 3 - З'єднувальний кабель, підключений до арматури бетонної платформи автомобільних ваг
- 4 - З'єднувальний кабель, підключений до арматури бетонної ями ваг
- 5 - З'єднувальний кабель, підключений або до найближчої заземлювальної шини в кабіні ваг, або до місцевого заземлення
- 6 - Екранований кабель сигналу/збудження до індикатора



Якщо захист газорозрядної трубки вбудований у тензодатчик, корпус датчика повинен бути заземлений.

► Ізоляційні пластини

Деякі виробники ваг використовують ізоляційні пластини між тензодатчиком і конструкцією. Хоча певний захист забезпечується, слід усвідомлювати, що великі струми, викликані розрядом блискавки, все одно можуть протікати через ланцюг тензодатчика і пошкодити його.

З іншого боку, ізоляційні пластини будуть працювати лише за умови надійного захисту від вологи; щойно пластини опиняться під водою, опір ізоляції різко знизиться.

Отже, ізоляційні пластини не вважаються надійним довгостроковим захистом від блискавки.

Висновок

- Вбудований у датчик або розподільну коробку захист за допомогою газорозрядної трубки (опція GDT) покриває лише непрямі наслідки ударної хвилі, спричиненої блискавкою.
- На додаток до вищезазначеного захисту, лише додатковий високоенергетичний захисний пристрій (розрядники грозового струму) може захистити від прямих наслідків удару блискавки.
- Ефективність пристрою безпосередньо залежить від якості еквіпотенційного заземлення.

Обмеження гарантії

- Опція GDT, запропонована для тензодатчиків CB50X та розподільних коробок AJCJB або DLCJB, складається із захисних газорозрядних трубок, вбудованих у виробі.
- Це забезпечує захист від щонайменше 10 імпульсів перенапруги в межах 10 кА/20 кВ (8/20 мкс).
- Це відповідає категорії C, описаній у додатку C до стандарту BS 6651:1999, на який посилається Lloyd's of London.



Це жодним чином не може тлумачитися як гарантія поведінки датчиків під час прямого або непрямого впливу блискавки.