

Przykłady braku kompatybilności elektromagnetycznej i ich konsekwencje

M. Kałuski, M. Michalak, M. Pietranik,
K. Skrzypek, R. Strużak, M. Szafrńska



Konferencja „Środowisko Elektromagnetyczne Kopalń”, 2011-09-20

Cel prezentacji

Zwrócenie uwagi

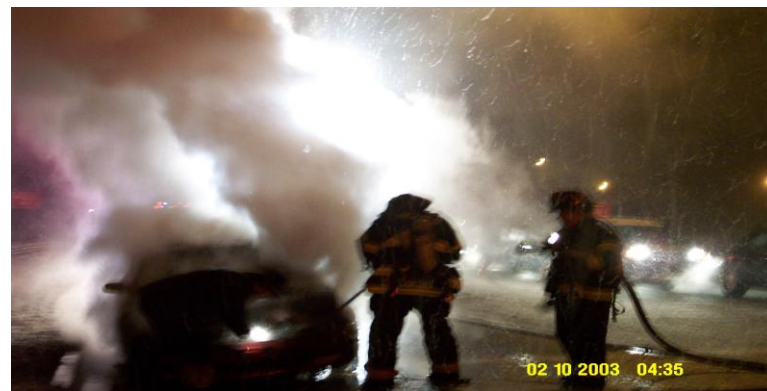
- na zagadnienie kompatybilności elektromagnetycznej (EMC)
- na problemy jakie mogą powstać, gdy urządzenia elektryczne/elektroniczne nie spełniają wynikających z EMC wymagań.
- potencjalne problemy powodujące niewłaściwe działanie (lub zadziałanie) urządzeń odpowiedzialnych za określone efekty
- możliwe problemy wynikające z BEZPIECZEŃSTWA FUNKCJONALNEGO

EMC

- **Kompatybilność elektromagnetyczna** – to pojęcie oznaczające sytuację, gdy rozważane urządzenie elektroniczne lub system takich urządzeń działa poprawnie w określonym środowisku elektromagnetycznym (czyli w otoczeniu różnorodnych sygnałów powodowanych innymi urządzeniami) nie wytwarzając przy tym niepożądanych sygnałów, które mogą zakłócić pracę innych, sąsiednich urządzeń.
- Funkcjonowanie wielu zakładów przemysłowych, systemów komunikacyjnych i transportowych, dostawa elektryczności w całych regionach są silnie uzależnione od bezbłędnego działania systemów elektronicznych, które są wrażliwe na zaburzenia elektromagnetyczne.
- Problemy z zaburzeniami/kompatybilnością (EMI/EMC) zostały ‘odkryte’ w rozwiązaniach wojskowych w latach pięćdziesiątych.
- Obecnie są one coraz bardziej powszechne w systemach cywilnych.

Przedmiot prezentacji

- Przykłady "groźnych" lub „dokuczliwych” sytuacji powstałych w wyniku wystąpienia nadmiernych zaburzeń EM i braku odporności urządzeń elektronicznych na takie zaburzenia.
- Świadomie pominięte zostały problemy wynikające z celowych zakłóceń np. sieci teleinformatycznej, powodowanych wojskowymi (lub terrorystycznym) urządzeniami generującymi bardzo silny sygnał EM (tzw. E-bomby)



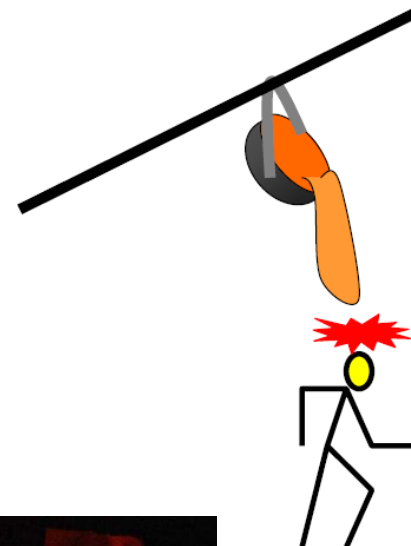
Aktywacja elektronicznego implantu

Angielsko-języczny dziennik, mający ponad milion czytelników, opisał następującą historię. Pastor z San Francisco, chcący wyleczyć impotencję, próbował eksperymentalnego zastosowania elektronicznego implantu, który miał wywołać erekcję po naciśnięciu przycisku. Jednak oprócz erekcji wywoływanej celowo, pastor doświadczał również przypadkowych erekcji. Śledztwo wykazało, że przyczyną było niewystarczające ekranowanie implantu od sygnału ze sterowanych radiowo drzwi garażu sąsiada. Tak więc, za każdym razem kiedy sąsiad otwierał drzwi garażu, pastor doświadczał pobudzenia. Skomentował to następująco: „To dość niewygodne podczas pracy w ogrodzie, ale prawdziwe męczarnie zaczynały się kiedy erekcja następowała podczas wygłaszania niedzielного kazania”.

Źródło: Europa Times Nr 22, marzec 1995

Wypadek w odlewni

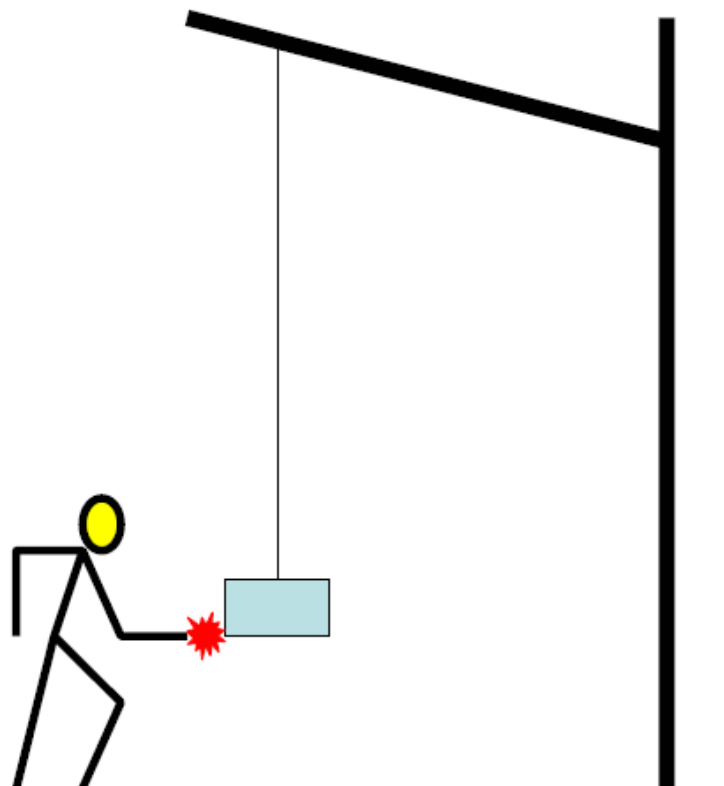
- Pracownik odlewni zginął kiedy sterowany radiowo, znajdujący się nad jego głową przenośnik wylał na niego kilka ton płynnego metalu.
- Przyczyna: przypadkowy sygnał z nadajnika radiotelefonu został zinterpretowany przez system sterowania przenośnikiem jako polecenie pozbycia się ładunku.



Jean-Pol Grandmont

"Parzący" dźwig

- Pracownik budowy został poparzony gdy dotknął ładunku dźwigu budowlanego.
- Przyczyna: łuk elektryczny spowodowany prądem o częstotliwości radiowej wyindukowanym w metalowej strukturze przez położony w pobliżu silny nadajnik radiowy.



Inne przykłady

- Problemy z ABS-em
- „Czarna dziura” w kolejnictwie
- Pasażer samolotu posiadający sprzęt elektroniczny
- "Uciekające" wózki inwalidzkie
- Wrażliwość sprzętu medycznego na przewodzone lub promieniowane zaburzenia elektromagnetyczne
- Zakłócenia w pracy urządzeń pokładowych samolotu B – 52
- Katastrofa helikopterów Blackhawk
- Katastrofa myśliwca F-16



Wypadek w kopalni

- **Obiekt** Krocząca obudowa chodnika. Każda podpora jest sterowana mikroprocesorem, który komunikuje się z procesorem centralnym. Grupy podpór naprzemian obniżają się, przesuwają do przodu i podnoszą po wybraniu 1m warstwy węgla. Sterowanie odbywało się za pomocą sygnału pracującego na podczerwieni.
- **Następstwo braku kompatybilności** Wypadek nastąpił, kiedy jedna z grup podpór została uruchomiona przypadkowo przez zaburzenia elektromagnetyczne w przewodach zasilania, które – nieszczęśliwie – spowodowały powstanie strumienia danych w obwodzie sterowania nakazującego pewnej grupie podpór wykonanie ruchu (oczywiście niesynchronizowanego z innymi podporami. Straty były ogromne. Problem rozwiązano przez wprowadzenie do systemu zasilania podpór odpowiedniego filtra p-z oraz przez zmianę oprogramowania: rozkaz (z centrum sterowania) – zwrotne powtórzenie otrzymanego rozkazu (w kierunku centrali) – i ponowne polecenie wykonania.

Przykłady braku odporności urządzeń górniczych

- Laboratorium Badań EMC Instytutu Łączności prowadzi badania kompatybilności elektromagnetycznej m.in. urządzeń górniczych
- Na kolejnych slajdach przedstawiono kilka przykładów z naszych badań – przykłady wskazują niespełnienie wymagań dotyczących odporności, które później zostały usunięte przez producentów
- Ilustracje są przykładowe i nie przedstawiają urządzeń, których mógłby dotyczyć omawiany problem



Lokomotywa elektryczna

- Składający się pantograf i reset
- Podczas podawania zaburzeń przewodzonych – napięć zaburzeń indukowanych w przewodach przez pole częstotliwości radiowych (150 kHz – 80 MHz) następowało składanie pantografu lokomotywy i reset systemu
- Tego typu zaburzenia może powodować pracujący w tym zakresie częstotliwości system łączności lub sterowania



Lokomotywa spalinowa

- Metanomierz i blokada lokomotywy
- Przy podawaniu wyładowań elektrostatycznych (ESD) – wyłączenie się monitora serwisowego (lub „krzaczki”), co powoduje wyłączenie całej lokomotywy
 - W celu usunięcia braku odporności zastosowano filtry i przewody ekranowane.
- Przy oddziaływania pola w.cz. – wyłączenie się lokomotywy z powodu alarmu z metanomierza, wrażliwość występowała m.in. dla częstotliwości pracy systemu DOTRA
 - Wymieniono metanomierz



Wyposażenie taśmociągu

- Wyłączenie awaryjne i doziemienie
- Przy oddziaływaniu promieniowanego pola w.cz – pojawienie się sygnalizacji doziemienia – w efekcie odłączenie zasilania taśmociągu
 - ustaje po separacji przewodów
- Źródłem pola może być stosowany w pobliżu system łączności lub sterowania – jeśli to będzie stale pracujący system – taśmociąg nie będzie w ogóle działał



Transformator

- Błędny pomiar izolacji i wyłączenie
- Podawanie zaburzeń przewodzonych, napięć indukowanych przez pole w.cz. – błędne wskazania napięcia zasilania i impedancji uziemienia
- Podawanie tych samych zaburzeń na kabel iskrobezpieczny powoduje błędne wskazanie rezystancji izolacji mniejszej niż dopuszczalna (interpretowane jako przebicie izolacji)
- Efekt – wyłączenie urządzenia
 - Usunięcie problemu – zastosowano filtry na wejściu



Podajnik

- Niekontrolowane przyspieszenie taśmy
- Podawane zaburzenia przewodzone – przy narażaniu przewodu do czujnika temperatury następuje wyłączenie taśmy
 - Źródłem problemu był „wiszący” ekran – po podłączeniu problem ustąpił
- Podawane zaburzenia promieniowane – narażany panel sterujący – przyspieszenie taśmy i sygnalizacja za dużej prędkości – w efekcie wyłączenie
 - Rozwiązanie problemu – ekranowanie + ferryty na odpowiednich przewodach



Kombajn

- Błąd wizualizacji $> 1\text{m}$
- Kombajn poddany oddziaływaniu pola w.cz. – narażane czujniki krańcowe organu – błędy wizualizacji położenia organu – znacząca różnica między rzeczywistym położeniem organu a wizualizacją położenia na ekranie operatora
- Źródłem pola może być stosowany w pobliżu system łączności lub sterowania



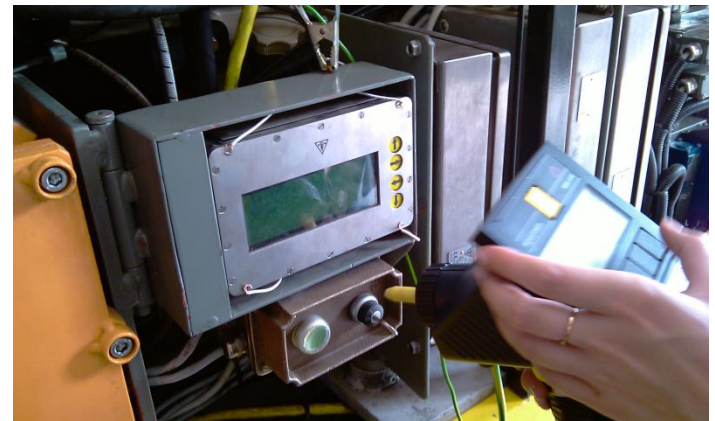
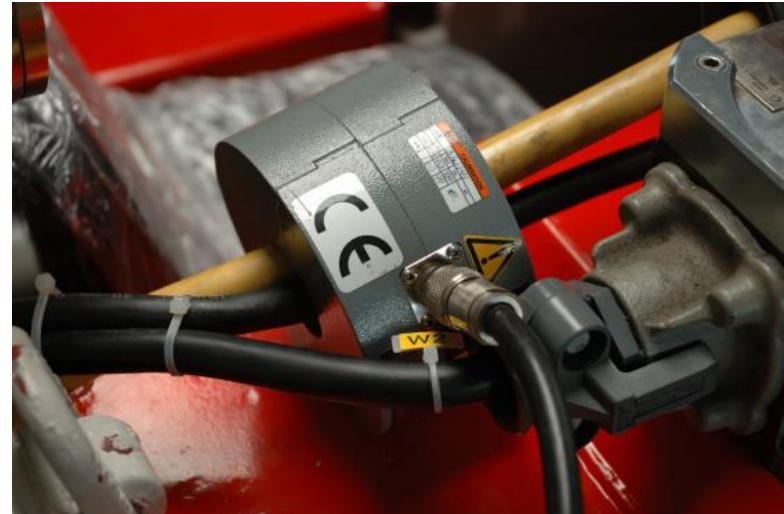
System sterowania

- Niemożliwość łączności
- Elementy systemu poddawane oddziaływaniu pola w.cz. – efekty dźwiękowe (demodulacja sygnału na głośniku)
 - ekranowanie głośnika pomogło
- Problem występował m.in. dla zakresu częstotliwości pracy systemu DOTRA



Metanomierz

- Wadliwe wskazanie i blokada
- Podawane były zaburzenia przewodzone (napięcia indukowane w przewodach przez pole w.cz. 150 kHz – 80 MHz) – zaburzenia podawane na kable doprowadzone do czujników metanu, tlenku węgla i tlenu – efektem błędne wskazania prowadzące do fałszywych alarmów
- Takie zaburzenia może powodować np. pobliski system łączności lub sterowania
- Częsty brak odporności metanomierzy



Dziękujemy

Ośrodkowi Badań, Atestacji i Certyfikacji OBAC Sp. z o.o.

a w szczególności:

Prezesowi Zarządu „OBAC”, Panu **Zbigniewowi Tarnawskiemu**
oraz Pani **Alinie Szeloch**

za pomoc i współpracę w organizacji badań