

Technika cyfrowa i mikroprocesorowa

Niezawodność działania programu, układ watchdog.

Kompatybilność elektromagnetyczna, zakłócenia.

Wojciech Tarnawski

www.w-tarnawski.pl

wojciech.tarnawski@pwr.edu.pl

czerwiec 2024



HR EXCELLENCE IN RESEARCH



Politechnika Wroclawska

Tryby oszczędzania energii

- Moduł Watchdog, Watchdog Window
- Watchdog zewnętrzny
- Watchdog w AVR
- Znak CE
- Dyrektywy
- EMC – co to jest?
- EMC - odporność
- Emisja przewodzona i promieniowa

Moduł Watchdog

Definicja:

Watchdog – urządzenie lub program, najczęściej układ elektroniczny, wykrywający błędne działanie systemu, próbujący je naprawić bez udziału człowieka i zapobiec poważniejszej awarii.

Potocznie: układ zabezpieczający system mikroprocesorowy przed zbyt długim przebywaniem w stanie zawieszenia.



Moduł Watchdog

Zasada działania:

- w odpowiednich odstępach czasu należy wysłać sygnał zerujący – „pogłaskać”
- jeśli układ nie otrzyma sygnału zerującego to wykonana ustawioną akcje



Moduł Watchdog

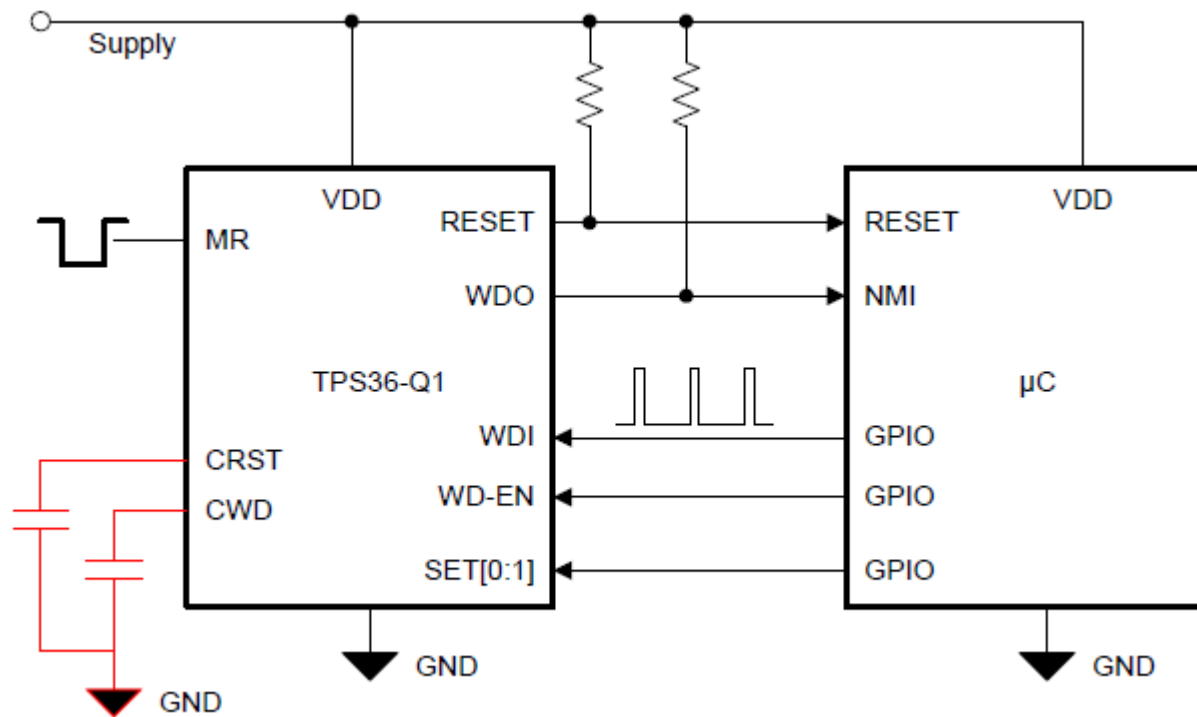


Moduł watchdog:

- zewnętrzny – osobny układ scalony- często nazwany „Supervisor”
- wewnętrzny – wbudowany w układ mikrokontrolera

Moduł Watchdog zewnętrzny

TPS36-Q1 Automotive Nano IQ Precision Voltage Supervisor with Precision Window Watchdog Timer



Watchdog w AVR

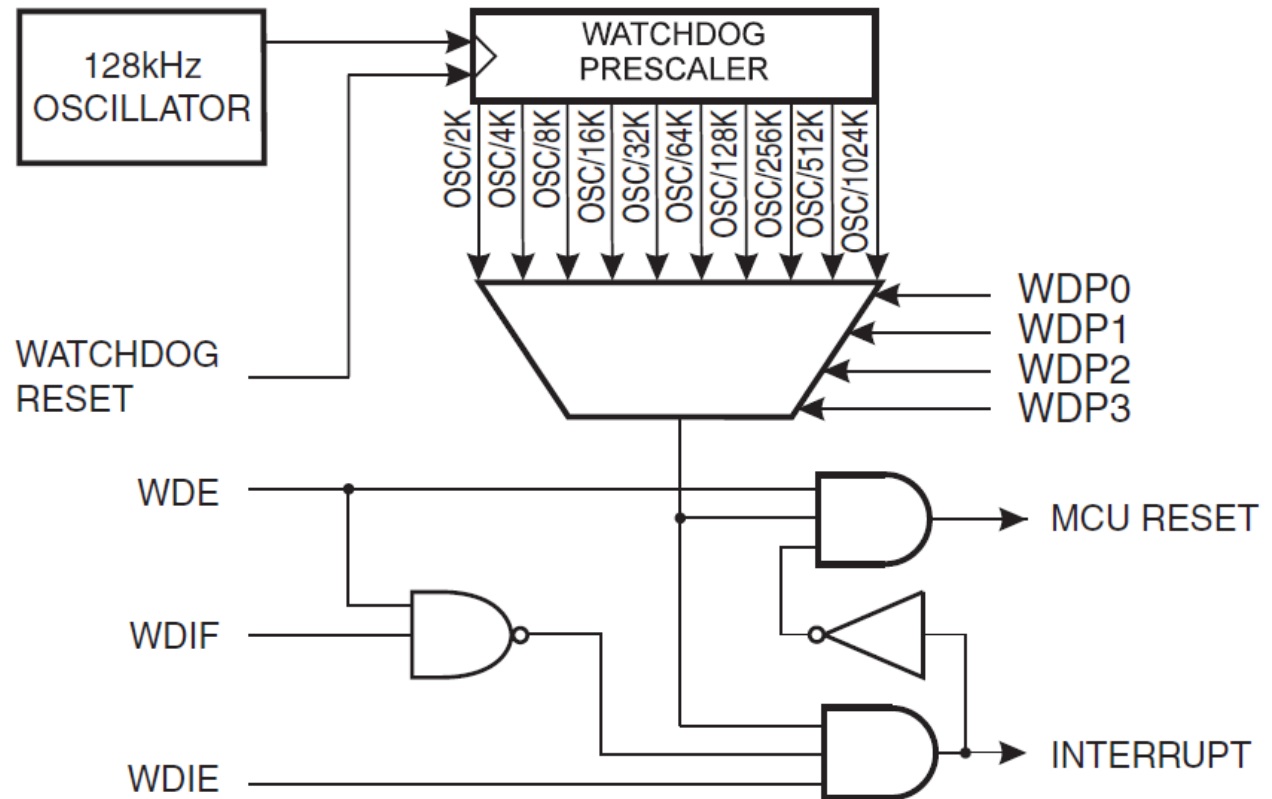
11.8 Watchdog Timer

11.8.1 Features

- Clocked from separate On-chip Oscillator
- 3 Operating modes
 - Interrupt
 - System Reset
 - Interrupt and System Reset
- Selectable Time-out period from 16ms to 8s
- Possible Hardware fuse Watchdog always on (WDTON) for fail-safe mode

Watchdog w AVR

Figure 11-7. Watchdog Timer



Watchdog w AVR

11.9.1 MCUSR – MCU Status Register

The MCU Status Register provides information on which reset source caused an MCU reset.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
0x34 (0x54)	–	–	–	–	WDRF	BORF	EXTRF	PORF	MCUSR
Read/Write	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0		See Bit Description			

11.9.2 WDTCR – Watchdog Timer Control Register

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	
(0x60)	WDIF	WDIE	WDP3	WDCE	WDE	WDP2	WDP1	WDP0	WDTCR
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	
Initial Value	0	0	0	0	X	0	0	0	

Watchdog w AVR

Table 11-1. Watchdog Timer Configuration

WDTON ⁽¹⁾	WDE	WDIE	Mode	Action on Time-out
1	0	0	Stopped	None
1	0	1	Interrupt Mode	Interrupt
1	1	0	System Reset Mode	Reset
1	1	1	Interrupt and System Reset Mode	Interrupt, then go to System Reset Mode
0	x	x	System Reset Mode	Reset

Watchdog w AVR

Table 11-2. Watchdog Timer Prescale Select

WDP3	WDP2	WDP1	WDP0	Number of WDT Oscillator Cycles	Typical Time-out at $V_{CC} = 5.0V$
0	0	0	0	2K (2048) cycles	16ms
0	0	0	1	4K (4096) cycles	32ms
0	0	1	0	8K (8192) cycles	64ms
0	0	1	1	16K (16384) cycles	0.125 s
0	1	0	0	32K (32768) cycles	0.25 s
0	1	0	1	64K (65536) cycles	0.5 s
0	1	1	0	128K (131072) cycles	1.0 s
0	1	1	1	256K (262144) cycles	2.0 s
1	0	0	0	512K (524288) cycles	4.0 s
1	0	0	1	1024K (1048576) cycles	8.0 s

Watchdog w AVR

`#include <avr/wdt.h>`

Defines

- `#define wdt_reset() __asm__ __volatile__ ("wdr")`
- `#define wdt_enable(value)`
- `#define wdt_disable()`
- `#define WDTO_15MS 0`
- `#define WDTO_30MS 1`
- `#define WDTO_60MS 2`
- `#define WDTO_120MS 3`
- `#define WDTO_250MS 4`
- `#define WDTO_500MS 5`
- `#define WDTO_1S 6`
- `#define WDTO_2S 7`
- `#define WDTO_4S 8`
- `#define WDTO_8S 9`

Watchdog w AVR

```
wdt_enable( WDTO_1S );  
  
while(1) {  
  
    wdt_reset(); // RESET'ujemy cyklicznie timer watchdoga  
  
    key_press( &button );  
  
    // przykładowy niezależny i nieblokujący proces  
    if( !Timer2 ) {  
        Timer2=50;  
        PORTC ^= LED3;  
    }  
}
```



Moduł Watchdog Window

Typical Operation

State inside IC **Closed Window (CW)** **Open Window (OW)**

(1) The signal cycle from the MCU is shorter than usual.

MCU signals  Receiving a signal during the CW period, the window WDT regards it as a runaway and outputs a reset signal to the MCU.

(2) The signal cycle from the MCU is normal.

MCU signals  MCU signals during the OW period is regarded as the trigger to start the next CW period.

(3) The signal cycle from the MCU is longer than usual.

MCU signals  The window WDT regards as a runaway that it has not received any MCU signal during the OW period. The window WDT outputs a reset signal to the MCU as soon as the OW period comes to an end.

Znak CE

Znak CE stanowi deklarację producenta, że wyrób wprowadzany do obrotu spełnia wymagania zharmonizowane określone w aktach unijnego prawodawstwa zharmonizowanego. Dotyczą różnych kategorii wyrobów – między innymi urządzeń elektrycznych (w tym sprzętu elektronicznego i AGD), zabawek, środków ochrony indywidualnej, materiałów budowlanych, maszyn i wind. Tylko te wyroby, dla których istnieją wymagania określone w przepisach, powinny mieć znak CE.

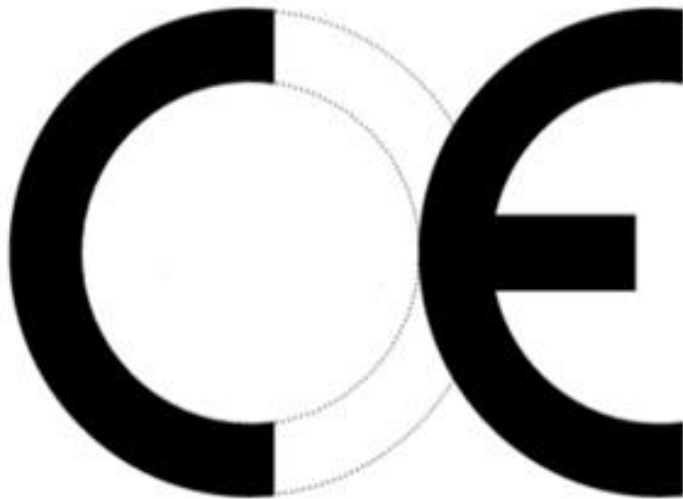
Znak CE

Warto podkreślić, że znak CE nie jest handlowym świadectwem jakości, ani nie potwierdza pochodzenia towaru z Unii Europejskiej. Nie jest on również certyfikatem bezpieczeństwa, ponieważ jego znaczenie jest szersze – oznacza zgodność z wymaganiami zharmonizowanymi, czyli obowiązującymi na terenie Europejskiego Obszaru Gospodarczego w takim samym kształcie, które określają również ich wpływ na środowisko naturalne, np. **poziomu emisji zakłóceń elektromagnetycznych**, hałasu albo zużycia energii. W ten sposób konsument, kupując w dowolnym państwie Unii Europejskiej wyrób oznakowany CE, może domniemywać, że producent wytworzył wyrób zgodnie z obowiązującym prawem.

Znak CE

Znak CE a China export

EUROPEJSKI ZNAK CE:



- 1) Odległość między symbolami wyznaczona jest wewnętrzną krawędzią okręgu, który jest dopełnieniem litery "C"
- 2) Środkowy element litery "E" jest znacznie krótszy od pozostałych

ZNAK CHINA EXPORT:



- 1) Odległość między symbolami jest znacznie mniejsza niż w przypadku europejskiego znaku CE i nie jest ściśle określona ani niczym wyznaczona.
- 2) Środkowy element litery "E" kończy się (najczęściej, ale nie zawsze) na równi z pozostałymi.

Znak CE

Dyrektywy:

- dyrektywa maszynowa /dyrektywa MD,
- **dyrektywa niskonapięciowa / dyrektywa LVD,**
- **dyrektywa kompatybilności elektromagnetycznej / dyrektywa EMC,**
- **dyrektywa RoHS II,**
- **dyrektywa RoHS III,**
- **dyrektywa radiowa / dyrektywa RED,**
- **dyrektywa urządzeń pracujących w atmosferze potencjalnie wybuchowej /
dyrektywa ATEX,**
- dyrektywa urządzeń ciśnieniowych / dyrektywa PED,
- dyrektywa prostych zbiorników ciśnieniowych / dyrektywa SPV,
- rozporządzenie w sprawie środków ochrony indywidualnej / rozporządzenie PPE,
- dyrektywa łodzi i jachtów rekreacyjnych,

Znak CE

- dyrektywa urządzeń pomiarowych / dyrektywa MID,
- dyrektywa nieautomatycznych urządzeń warzących / dyrektywa NAWI,
- dyrektywa wyrobów pirotechnicznych / dyrektywa fajerwerki,
- dyrektywa materiałów wybuchowych do użytku cywilnego,
- rozporządzenie w sprawie urządzeń spalających paliwa gazowe / rozporządzenie GAD,
- dyrektywa dźwigowa / dyrektywa windy,
- dyrektywa medyczna,
- dyrektywa in vitro,
- dyrektywa wyrobów medycznych aktywnego osadzenia, dyrektywa ekoprojekt,
- dyrektywa hałasowa,
- dyrektywa zabawkowa,
- rozporządzenie w sprawie kolei linowych,
- dyrektywa sprawności wodnych kotłów grzewczych,
- rozporządzenie 305/2011 w sprawie wyrobów budowlanych

Znak CE

Dyrektywa 2014/35/UE / dyrektywa niskonapięciowa / dyrektywa LVD / low voltage directive:

Dyrektywa niskonapięciowa, zwana dyrektywą LVD, dyrektywa 2014/35/UE ma zastosowanie do sprzętu pracującego w zakresie:

- napięcie 50V- 1000V prądu przemiennego,
- napięcie 75V – 1500V prądu stałego.

Znak CE

Dyrektywa 2014/30/UE / dyrektywa kompatybilności elektromagnetycznej / dyrektywa EMC:

Dyrektywa kompatybilności elektromagnetycznej (dyrektywa 2014/30/UE), zwana dyrektywą EMC dotyczy aparatury rozumianej jako każde gotowe urządzenie lub ich kombinacje udostępnione na rynku jako **pojedyncze jednostki funkcjonalne przeznaczone dla użytkownika końcowego i które mogą wytwarzać zaburzenia elektromagnetyczne**, lub na których działanie takie zaburzenia mogą mieć wpływ. Dyrektywa 2014/30/UE (dyrektywa EMC) dotyczy także instalacji stacjonarnych rozumianych jako szczególną kombinację kilku rodzajów aparatury oraz, w stosownych przypadkach, innych urządzeń, które są montowane, instalowane i których przeznaczeniem jest stałe użytkowanie w z góry określonym miejscu.

Najprościej tłumacząc dyrektywa 2014/30/UE (dyrektywa EMC) dotyczy wszystkich urządzeń, które zawierają aktywne elementy elektroniczne.

Znak CE

Dyrektywa 2014/54/UE / dyrektywa o urządzeniach radiowych / dyrektywa RED:

Produkt elektryczny lub elektroniczny, który celowo emituje lub odbiera fale radiowe na potrzeby radiokomunikacji lub radiolokacji, lub produkt elektryczny lub elektroniczny, który musi zostać uzupełniony o dodatkowy element, taki jak np. antena, aby mógł celowo emitować lub odbierać fale radiowe na potrzeby radiokomunikacji lub radiolokacji.

EMC

EMC – Electromagnetic Compatibility

Kompatybilność Elektromagnetyczna (KEM)

oznacza zdolność urządzeń lub systemów do współdziałania w danym środowisku EM (Elektromagnetycznym, takim w którym występują pewne zjawiska)/

Oznacza to, zdolność urządzenia do działania w określonych zakresach zakłóceń oraz wytwarzanie odpowiedniego poziomu zakłóceń, nieszkodliwego dla innych urządzeń, zwierząt domowych i człowieka.

EMC

Badania EMC dzielimy na dwie kategorie:

I

poprawne działanie w danym środowisku, odporność na warunki zewnętrzne

II

emisja zakłóceń do środowiska

EMC

EMC – odporność:

Surge, udary – napięciowe i prądowe. Symulacja zjawisk związanych z wyładowaniami atmosferycznymi do kabli, przewodów (zasilających oraz interfejsów), ale też uszkodzona sieć zasilania, duże przełączenia.

Norma: PN EN 61000-4-5

Poziomy: 0,5kV-6kV

Czas narostu: 1,2us (1,2 mikro sekundy)

Zakres częstotliwości (widmo): pojedyncze Megahertze, np. 5MHz)

Burst, EFT Burst – Electrical Fast Transients – Elektryczne szybkie stany przejściowe. Pochodne iskrzenia, przełączeń dużych obciążeń, styczników, przekaźników.

Norma: PN EN 61000-4-4

Poziomy: 0,5kV – 4kV

Czas narostu: 5ns (5 nano sekund)

Zakres częstotliwości: kilkaset Megahertzów (np. 200MHz)

EMC

EMC – odporność:

ESD – Electrostatic Discharge – Wyładowanie elektrostatyczne. Zwykle źródłem jest człowiek, który „się naelektryzował” i ładunki dążąc do równowagi, szybko przeskoczyły na obiekt

Norma: PN EN 61000-4-4

Poziomy: 2kV – 8kV (zdarza się wyżej np. 15kV)

Czas narostu: 0,6-1ns (0,6-1 nano sekundy)

Zakres częstotliwości: nawet do 1GHz

Odporność na pole radiowe – promieniowane – Radiated Immunity Field.

Norma: PN EN 61000-4-6

Poziomy: 1V/m-30V/m (zdarza się wyżej np. 200 voltów na metr)

Zakres częstotliwości: 80MHz-6Ghz

EMC

EMC – odporność:

Odporność na pole radiowe – przewodzona (wstrzykiwanie w.cz.) – Conducted Immunity

Norma: PN EN 61000-4-6

Poziomy: 1V/m-30V/m (zdarza się wyżej np.200 voltów na metr)

Zakres częstotliwości: 150kHz-80Mhz (400 MHz)

Odporność na pole magnetyczne – Magnetic Field

Norma: PN EN61000-4-8

Poziomy: 1A/m-30A/m

Zakres częstotliwości: zwykle sieci, czyli 50Hz (60Hz)

Zapady, zaniki zasilania – Voltage Dips, Drops & Interruptions

Norma: PN EN61000-4-11/-29

Poziomy: 30%-100% napięcia zasilania

EMC

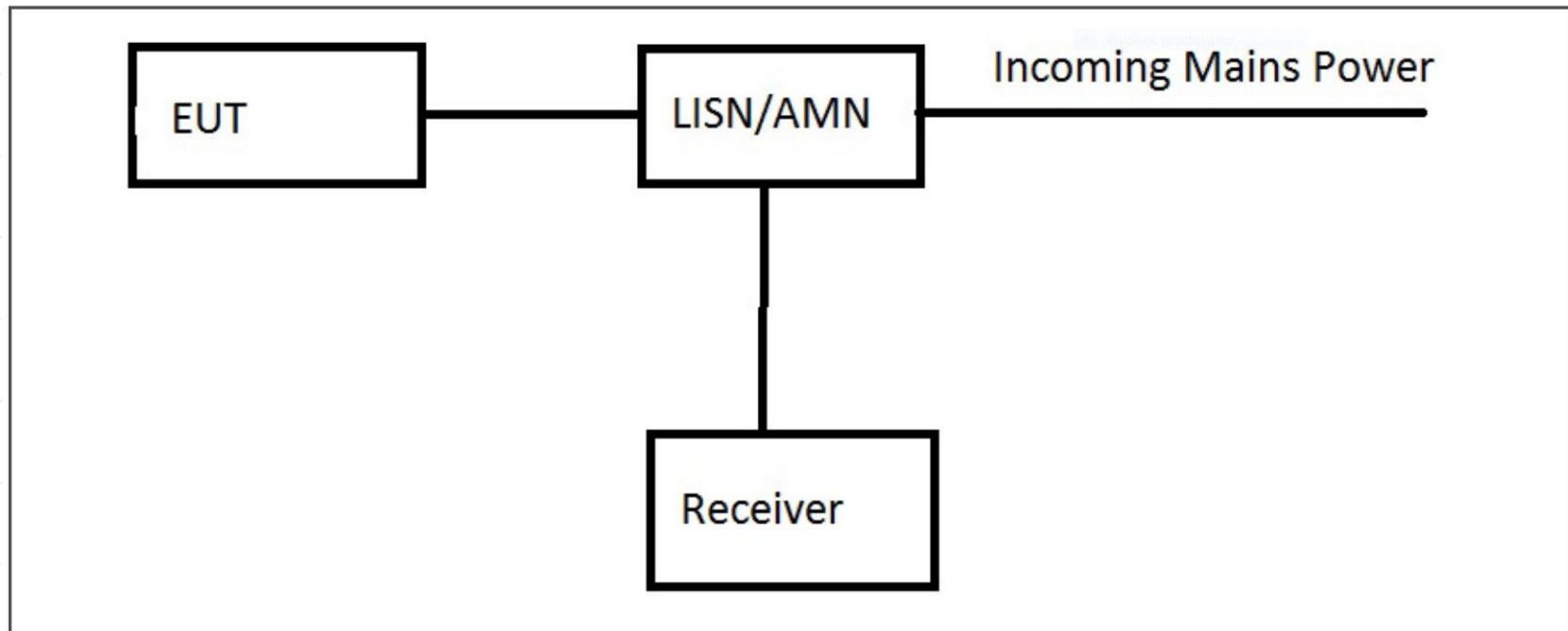
Emisja przewodzona (zasilanie i publiczne interfejsy) – Conducted Emission (CE)

Norma: (różne) środowiskowe (ogólne):

- PN-EN 61000-6-3 – Norma emisji w środowiskach: mieszkalnym, handlowym i lekko uprzemysłowionym (Klasa B)
- Poziomy: np.:46dBuV, 66BuV
- PN-EN 61000-6-4 -Norma emisji w środowiskach przemysłowych (Klasa A)
- Poziomy:np. 40dBuV, 47dBuV
- Zakres częstotliwości: 9kHz-30MHz (400MHz)

EMC

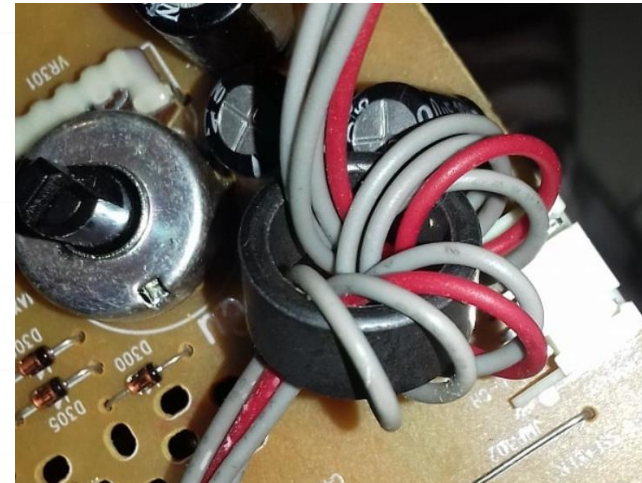
Emisja przewodzona (zasilanie i publiczne interfejsy) – Conducted Emission (CE)



EMC

Emisja przewodzona (zasilanie i publiczne interfejsy) – Conducted Emission (CE)

- kabel z ferrytem, dławiki, koraliki ferrytowe
- zewnętrzny zasilacz



EMC

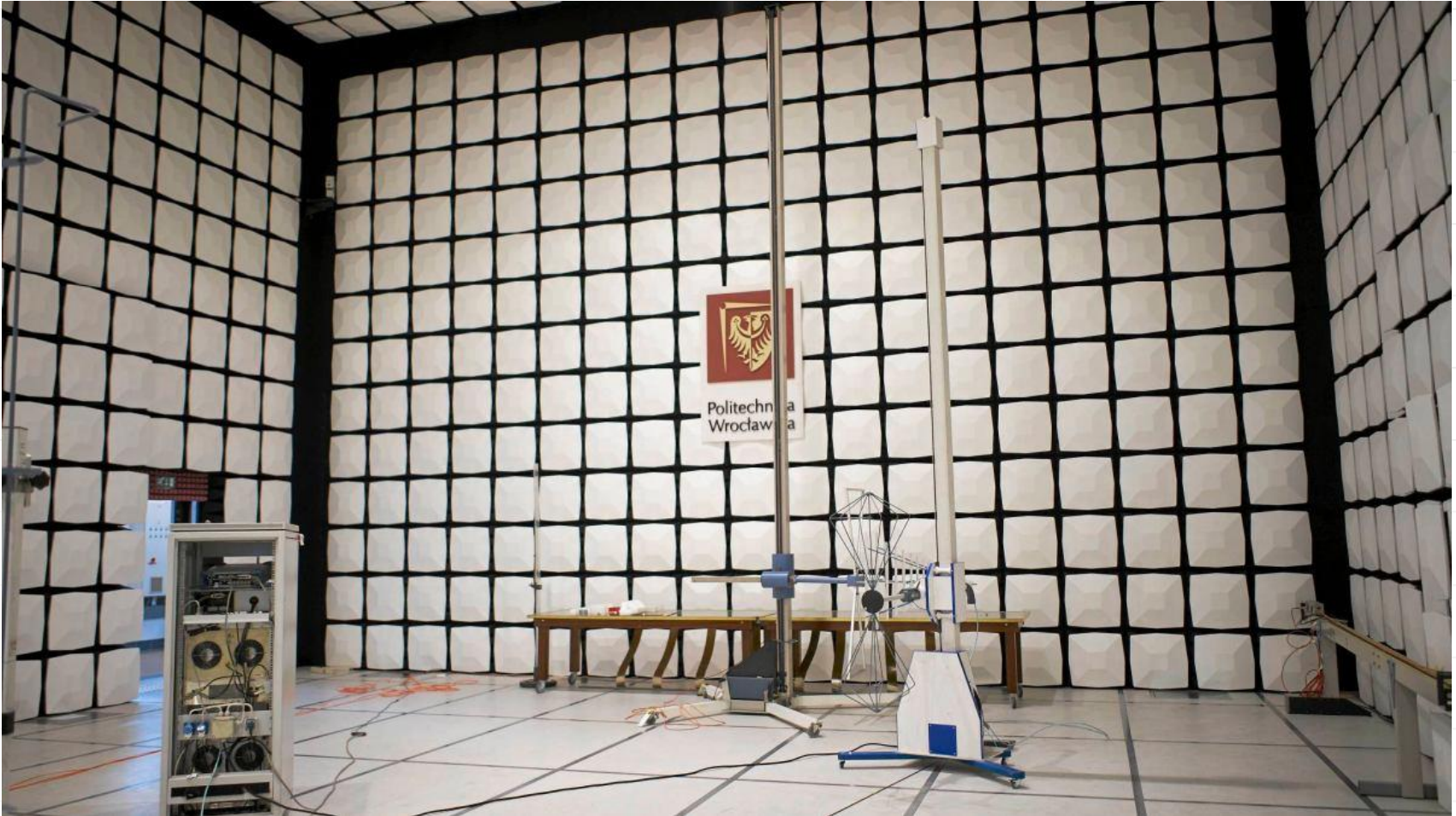
Emisja promieniowana (cała obudowa z okablowaniem) – Radiated Emission (RE)

Norma: (różne) środowiskowe (ogólne):

- PN-EN 61000-6-3 – Norma emisji w środowiskach: mieszkalnym, handlowym i lekko uprzemysłowionym (Klasa B)
- Poziomy: np.: 30dBuV/m, 37dBuV/m
- PN-EN 61000-6-4 -Norma emisji w środowiskach przemysłowych (Klasa A)
- Poziomy: np. 40dBuV/m, 47dBuV/m
- Zakres częstotliwości: 30MHz-1GHz – 6GHz (40GHz)

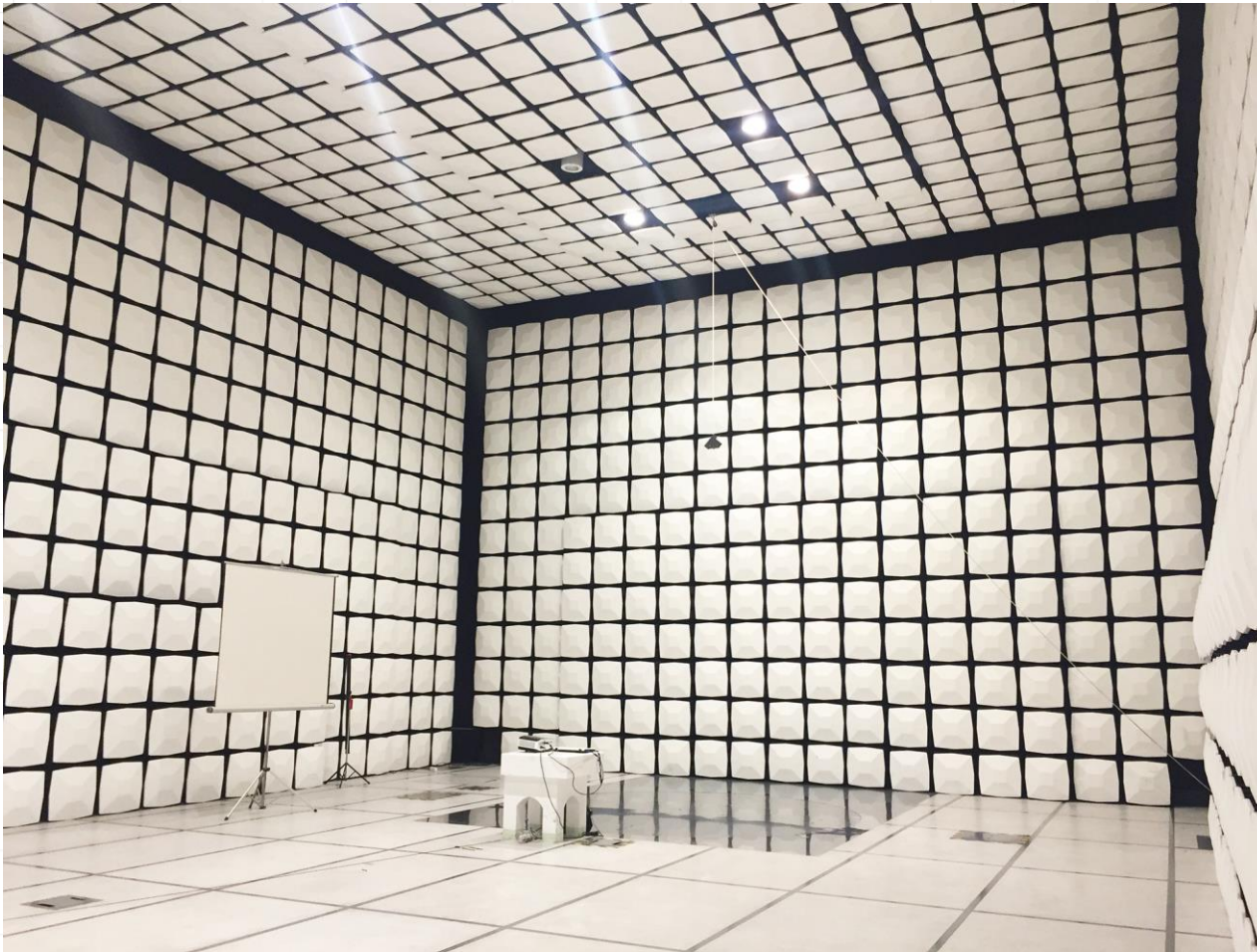
EMC

Pomiar zaburzeń promieniowanych EMI - komora-bezodbiciowa



EMC

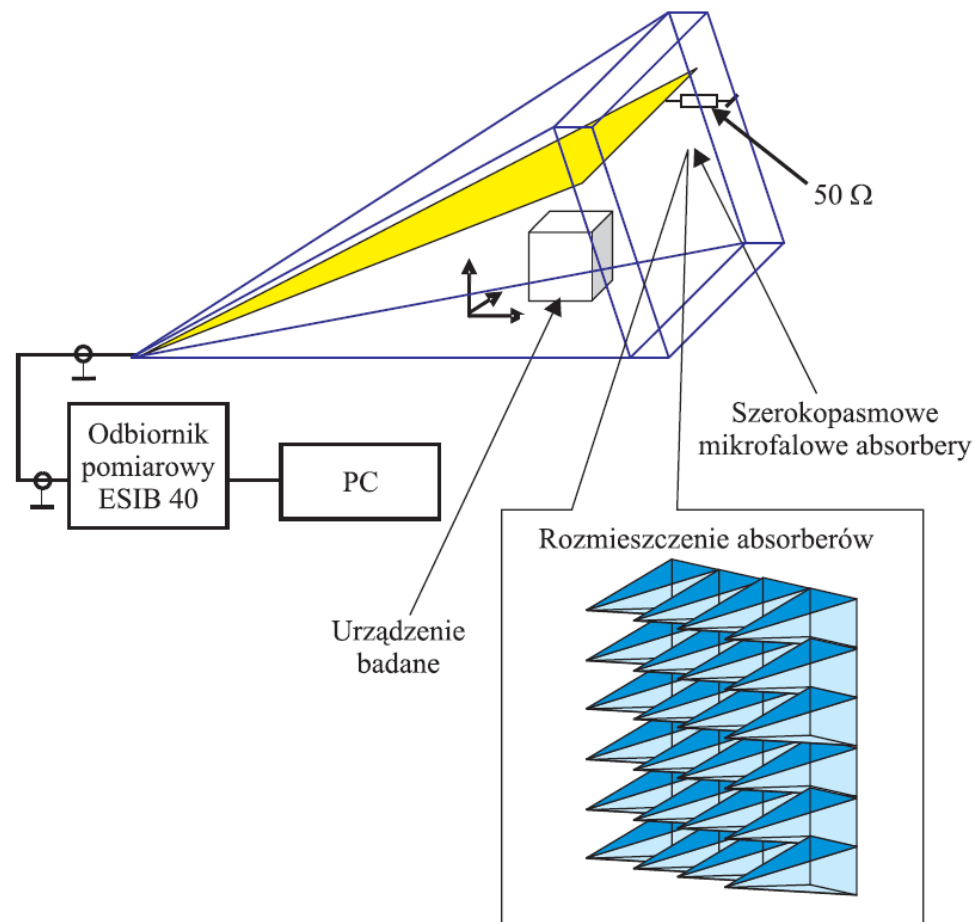
Pomiar zaburzeń promieniowanych EMI - komora-bezodbiciowa



EMC

Pomiar zaburzeń promieniowanych EMI

- komorach bezdechowa
- emisje urządzeń badanych określa się na podstawie pomiaru napięcia na wejściu komory, dla trzech płaszczyzn testowanego obiektu. Następnie oblicza się poziom zaburzeń promieniowanych, wykorzystując program korelacji między zmierzonymi wartościami a natężeniem pola w otwartym poligonie pomiarowym.



Rys. 1. Układ pomiarowy do badań EMI w komorze GTEM

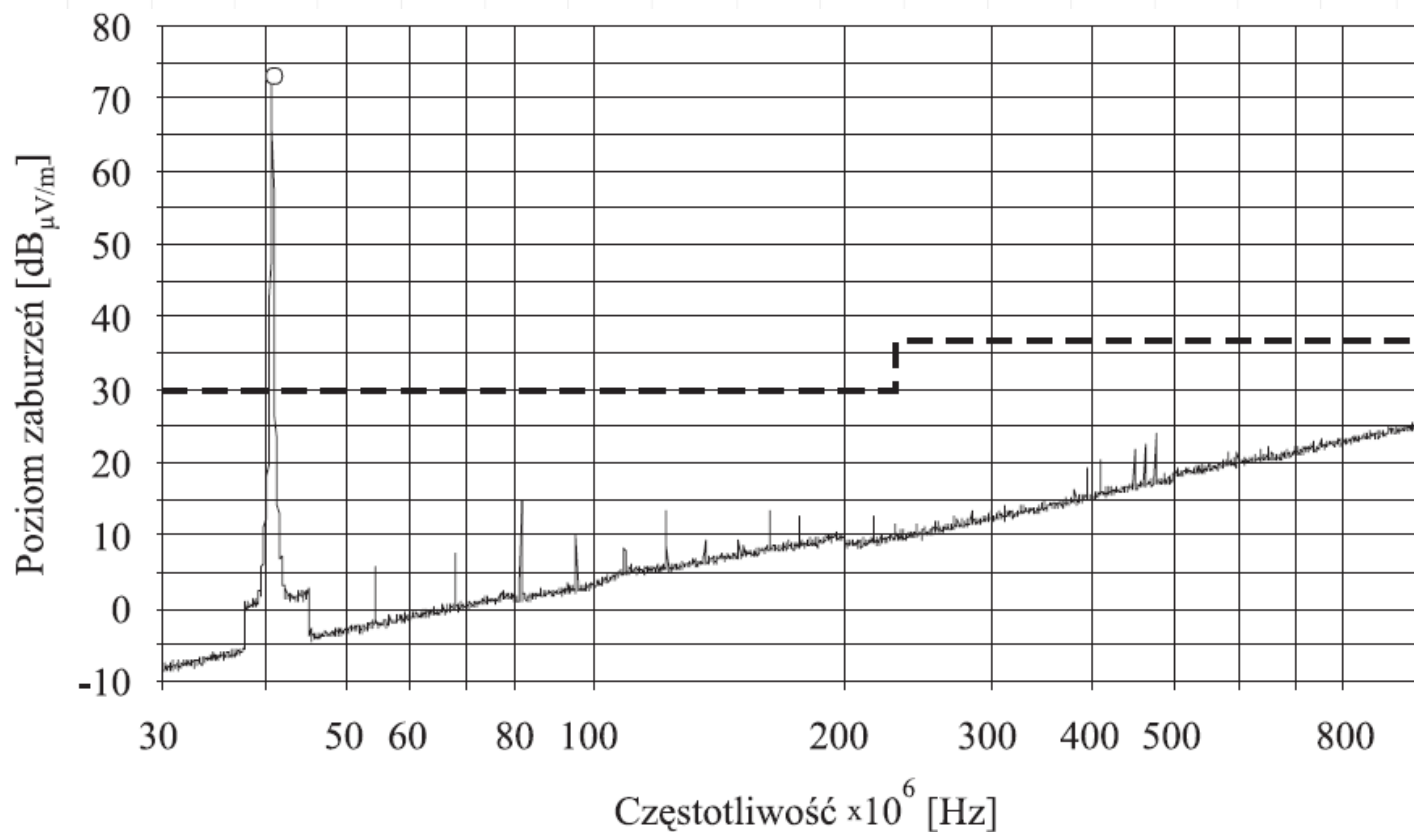
EMC

Pomiar zaburzeń promieniowanych EMI - komora-bezodbiciowa



EMC

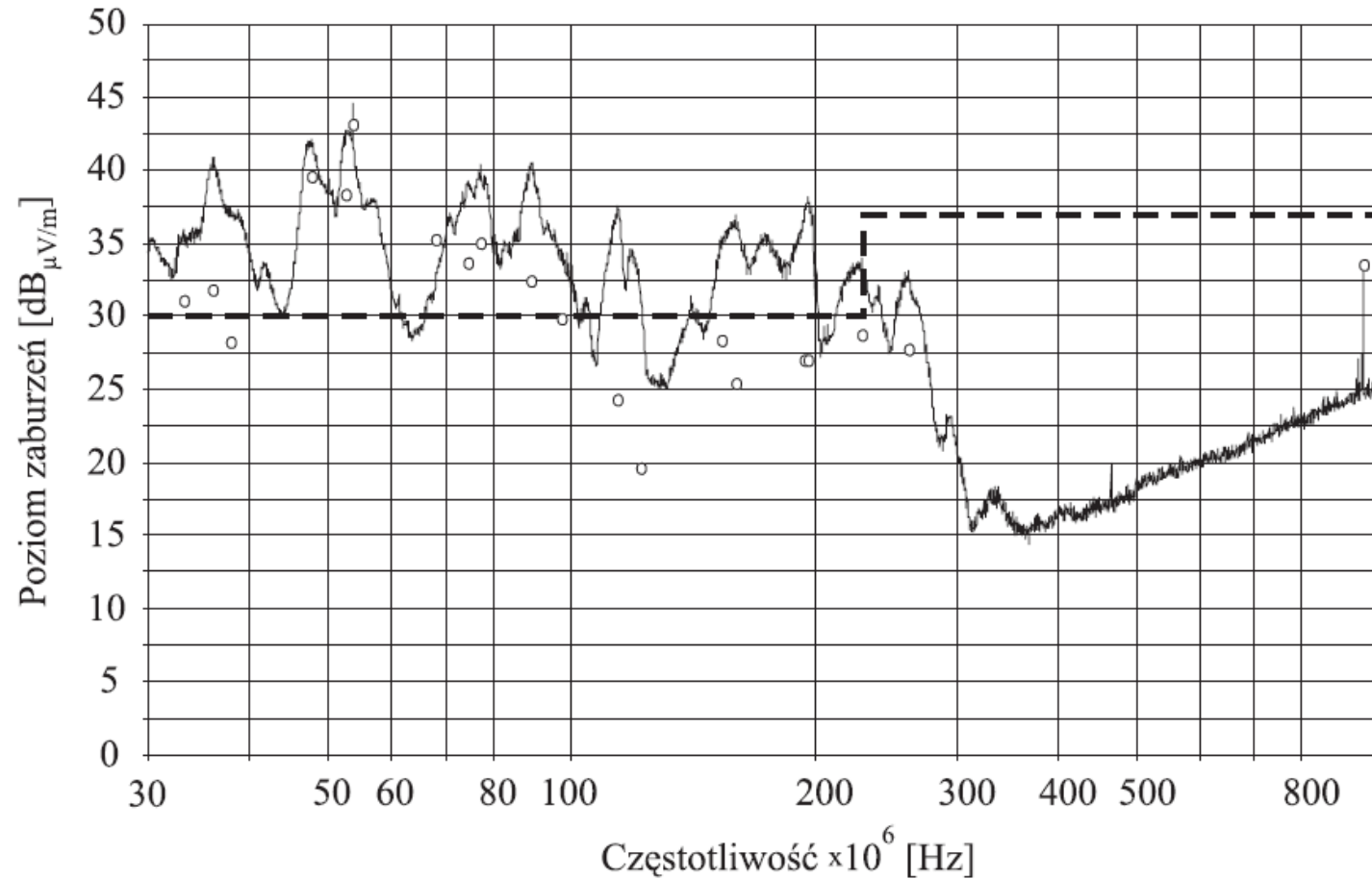
Pomiar zaburzeń promieniowanych EMI



Rys. 2. Emisja zaburzenia wąskopasmowego (linią przerywaną zaznaczono dopuszczalny poziom zaburzeń wg PN-EN 55022 [8])

EMC

Pomiar zaburzeń promieniowanych EMI



EMC

Od 1 maja 2004 r. na rynku mogą znajdować się tylko wyroby spełniające wymagania kompatybilności elektromagnetycznej. Dlatego producenci wprowadzają zmiany w produkowanych w kraju urządzeniach, uwzględniając aspekt kompatybilności elektromagnetycznej. Przed wprowadzeniem urządzenia elektronicznego do obrotu producent jest zobowiązany sporządzić dokumentację techniczną tak opracowaną, aby umożliwiała ocenę, czy sprzęt spełnia warunki przedstawione w dyrektywach. Jednocześnie jest zobowiązany podjąć wszelkie konieczne środki do zagwarantowania procesu produkcji wyrobów elektronicznych, zgodnego z dokumentacją techniczną i dyrektywami.

?