

Mirosław PIETRANIK, Marek MICHALAK

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI, ZAKŁAD KOMPATYBILNOŚCI ELEKTROMAGNETYCZNEJ, WROCŁAW

## Czterokanałowy analizator zaburzeń krótkotrwałych

Dr inż. Mirosław PIETRANIK

Ukończył wydział Łączności Politechniki Wrocławskiej (1961). Stopień doktora uzyskał w Instytucie Łączności (1974). Działalność zawodowa dotyczy różnorodnych problemów kompatybilności elektromagnetycznej. Bierze udział w pracach międzynarodowych komitetów zajmujących się problemami EMC: IEC (TC 77 B), CISPR (SC A – pomiary zaburzeń radioelektrycznych-urządzenia pomiarowe; SC I – EMC urządzeń informatycznych, telekomunikacyjnych i radiowych; SC H wymagane poziomy zaburzeń w ochronie służb radiowych).

e-mail: m.pietranik@il.wroc.pl



Mgr inż. Marek MICHALAK

Ukończył wydział Elektroniki Politechniki Wrocławskiej (1996) na specjalności Telekomunikacja Rozsiewcza. Jego działalność zawodowa związana jest z badaniami kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń oraz wzorcowanie aparatury pomiarowej stosowanej w miernictwie EMC. Publikacje na konferencjach z dziedziny EMC. Bierze udział w pracach CISPR SC A.

e-mail: m.michalak@il.wroc.pl



### Streszczenie

Urządzenia powszechnego użytku, elektronarzędzia i inne podobne urządzenia zawierające termoregulatory, przekaźniki, programatory, przełączniki migowe są źródłami specyficznych zaburzeń radioelektrycznych. Generują one, oprócz zaburzeń o charakterze ciągłym, pojedyncze impulsy lub ich grupy pojawiające się w nieregularnych odstępach czasu i charakteryzujące się dużym rozrzutem amplitud, czasów trwania i ich wzajemnego ugrupowania. Te cechy powodują, że pomiary są skomplikowane i czasochłonne. W skrajnym przypadku czas pomiarów pojedynczego urządzenia może trwać kilka dni. W artykule omówiono automatyczny analizator zaburzeń krótkotrwałych AZK-44 (Analizator zaburzeń krótkotrwałych AZK-44 został opracowany w Zakładzie Kompatybilności Elektromagnetycznej Instytutu Łączności przez zespół konstrukcyjny pod kierunkiem inż. A. Kiliana (†), który skracza czas pomiarów do pojedynczych godzin i spełnia wszystkie wymagania określone w normie PN-EN 55014-1 [1].

### Discontinuous disturbances – measuring equipment

#### Abstract

Equipments like thermostats or software-controlled devices such as refrigerators, air conditioners, washing machines etc are very specific group of equipment, which generate discontinuous disturbances in the form of clicks which occurs sporadically, they are grouped in different way in the time domain and have wide dispersion of their amplitude and therefore they subject to limit values different from those applicable to continuous interference. The procedure of discontinuous disturbances measurements is governed by the standard EN 55014-1. The standard requires from manufacturers of electrical and electronic products to perform appropriate measurements by measuring the click duration, click repetition rate and click level. To meet these specific requirements, Institute of Telecommunications elaborated very specialized automatic click analyzer, AZK-44. It enables to measure and register discontinuous disturbances (clicks) on four pre-defined frequencies simultaneously and allows to perform an automatic classification of registered disturbances according to EN 55014-1 requirements. It also might be used as an event recorder, allowing registration of time of occurrence, times of duration and quasi-peak value of all disturbances which exceed the level defined at the beginning of analysis. The results of analysis may be displayed, printed or sent to external computer for further analysis.

### 1. Wstęp

Efekty zakłóceniami związane z zaburzeniami krótkotrwałymi mają charakter nagły, stąd nazwa „trzask” (efekt słyszalny w głośniku zakłócanego odbiornika, zrywanie synchronizacji obrazów w odbiorniku TV, możliwe zmiany w informatycznych zbiorach danych, itp.)

Przez wiele lat uważano, że problem pomiarów i oceny tych zaburzeń (kryteria przyjęte przed kilkudziesięciami laty, kiedy to brano pod uwagę jedynie zakłócenia w radiofonii analogowej) jest rozwiązany.

Ustalono zostały metody pomiarów i kryteria oceny szkodliwości "trzasków" w zależności od ich parametrów amplitudowych (przekraczanie dopuszczalnego poziomu dla zaburzeń ciągłych) i czasowych (czasu trwania poszczególnych impulsów i ich wzajemnego ugrupowania czasowego). Ze względu na dość skomplikowany schemat postępowania i czasochłonność pomiarów w normie przewidziano pomiary trzasków tylko na 4-ch częstotliwościach (0.15 - 0.5 - 1.4 - 30 MHz) w odniesieniu do napięć zaburzeń występujących w przyłączy zasilania.

Obserwowany w ostatnich latach burzliwy rozwój techniki cyfrowej i jej zastosowania w różnorodnych urządzeniach stawia problem zaburzeń impulsowych (w tym i trzasków) w nowym świetle. Istnieją mocne uzasadnienia do rozszerzenia wymagań pomiarów trzasków w zakresie częstotliwości do 1 GHz w odniesieniu do wszystkich przyłączy badanych urządzeń (a nie tylko przyłączy zasilania) i wszystkich parametrów mierzonych zaburzeń (napięcie/moc/natężenie pola) [2].

### 2. Zaburzenia krótkotrwałe

Wyróżnia się dwie grupy zaburzeń krótkotrwałych:

- zaburzenia ściśle odpowiadające definicji tzw. "trzasku", oraz
- zaburzenia o czasie trwania  $200 \text{ ms} < t \leq 600 \text{ ms}$ , dla których przy pewnych warunkach (głównie powiązanych z ich częstotliwością pojawiania się) dopuszcza się złagodzenia takie same jak dla trzasku.

Trzaskiem, według definicji norm [1, 3], jest zaburzenie impulsowe, składające się z jednego lub szeregu impulsów spełniające następujące warunki:

- a) czas trwania impulsu (lub ich serii) jest krótszy niż 200 ms,
- b) wartość quasi-szczytowa (QP) amplitudy, dowolnego zdarzenia w obrębie 200 ms, przekracza dopuszczalny poziom dla zaburzeń ciągłych,
- c) odstęp od poprzedzającego i kolejnego zaburzenia spełniającego warunki a) i b) jest większy niż 200 ms.

W przypadku serii krótkich impulsów jej czas trwania mierzony jest od początku pierwszego do końca ostatniego impulsu, przy założeniu, że pojawiają się one nie częściej niż 30 razy w ciągu minuty.

### 3. Pomiary zaburzeń krótkotrwałych

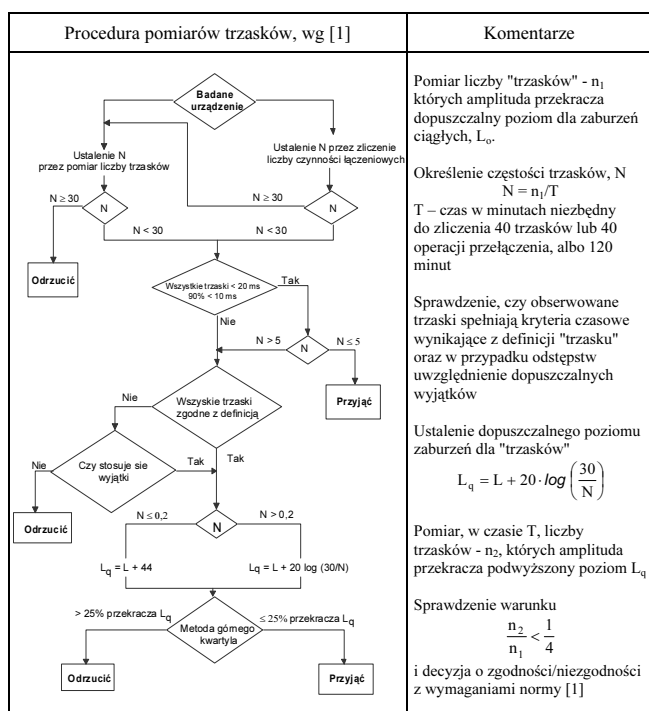
W procesie pomiarów trzasków można wyróżnić następujące fazy:

- pomiar i analiza czasowych parametrów w celu zakwalifikowania ich do trzasków lub zaburzeń długotrwałych.

- pomiar ilości trzasków przekraczających dopuszczalny poziom ( $L_0$ ) dla zaburzeń ciągłych; tą ocenę przeprowadza się tylko wtedy, jeśli wszystkie zaburzenia spełniają kryteria podstawowe wynikające z definicji trzasku i dopuszczalnych wyjątków,
- wyznaczenie dopuszczalnego poziomu dla trzasków ( $L_q$ ),
- pomiar ilości trzasków na podwyższonym poziomie  $L_q$ .

Badane urządzenie uważa się za spełniające wymagania normy [1] jeśli ilość trzasków na podwyższonym poziomie ( $L_q$ ) nie przekracza 25 % ilości trzasków na poziomie właściwym dla zaburzeń ciągłych ( $L_0$ ).

Opisana powyżej procedura wskazuje na to, że pomiar zaburzeń krótkotrwałych jest złożony i czasochłonny. Procedurę pomiarów trzasków ilustruje schemat przedstawiony poniżej.



Zgodnie z tą procedurą, na obu poziomach analizy, zlicza się ilość zaburzeń krótkotrwałych przekraczających poziom  $L_0$  i  $L_q$  bez próby oceny rzeczywistej ich amplitudy. Czas trwania pomiarów określonego urządzenia może trwać w najgorszym przypadku ponad 4 godziny na jednej częstotliwości (po 120 min na każdym poziomie analizy + czasy wynikające z przygotowania stanowiska pomiarowego i badanego urządzenia, analizy wyników na poziomie  $L_0$  i ustalenia poziomu  $L_q$ ). Jeśli weźmie się pod uwagę konieczność powtórzenia tych czynności przy 4 częstotliwościach, to oczywistym staje się poszukiwanie przyrządu pomiarowego skracającego ten wielodniowy okres pomiarów do pojedynczych godzin. Te oczekiwania spełnia analizator zaburzeń krótkotrwałych (AZK-44) opracowany w Zakładzie Kompatybilności Elektromagnetycznej we Wrocławiu.

## 4. Analizator zaburzeń krótkotrwałych (trzasków), AZK-44

### 4.1. Zasada pomiarów

AZK-44 umożliwia rejestrację i analizę zaburzeń jednocześnie na 4 normowanych częstotliwościach, [1]. Na każdej z nich rejestrowany jest jednocześnie czas trwania i wartość quasi-szczytowa (z dynamiką 44 dB) każdego zaburzenia krótkotrwałego przekraczającego zadany poziom analizy.



W analizatorze AZK-44 przyjęto zasadę programowej analizy i selekcji zarejestrowanych sygnałów we wszystkich torach pomiarowych. Kontrola powiązań logicznych i zależności czasowych tych sygnałów prowadzona jest w czasie rzeczywistym przez system mikroprocesorowy, który:

- analizuje zarejestrowane czasy trwania zaburzeń i przerw między nimi,
- przeprowadza klasyfikację zarejestrowanych zdarzeń na trzaski krótkie ( $\leq 10$  ms), trzaski długie ( $10$  ms  $< t \leq 200$  ms) i zaburzenia ciągłe ( $t > 200$  ms),
- uwzględni wyjątki procedury pomiarowej opisane w normie [1], a dotyczące zaliczenia do trzasków zaburzeń o łącznym czasie trwania  $200$  ms  $< t < 600$  ms,
- sumuje czasy trwania trzasków trwających dłużej niż 200 ms,
- ustala liczbę zarejestrowanych trzasków w poszczególnych torach pomiarowych,
- rejestruje całkowity czas trwania analizy  $T$ ,
- oblicza średnią częstość  $N$  zarejestrowanych trzasków w każdym torze pomiarowym
- oblicza dla każdego toru wartość podwyższonego poziomu analizy  $L_q$ ,
- na podstawie liczby zarejestrowanych trzasków, których amplituda przekracza poziom  $L_q$ , wydaje decyzję, czy badane urządzenie spełnia wymagania normy [1].

### 4.2. Budowa analizatora AZK - 44

Przyrząd składa się z następujących bloków funkcjonalnych:

- Układ wejściowy (splitter) rozdziela sygnał z wejścia analizatora na cztery niezależne toru pomiarowe: 150 kHz, 500 kHz, 1400 kHz i 30 MHz, zawierające własne, programowalne tłumiki umożliwiające indywidualne ustawienie dowolnego poziomu analizy w zakresie od 40 dB $\mu$ V do 100 dB $\mu$ V z krokiem 1 dB.
- Tory pomiarowe spełniają wszystkie wymagania PN-EN 55016-1-1 [3] właściwe dla mierników zaburzeń radioelektrycznych. Każdy z torów zawiera detektor obwiedni i detektor wartości quasi-szczytowej (QP) wraz z układami kształtowania stałych czasowych ładowania i rozładowania, wzmacniaczem oraz ekwiwalentem stałych czasowych wskaźnika wychyłowego. Detektor obwiedni wraz z komparatorem daje informację o czasach trwania zaburzeń krótkotrwałych i czasach

przerw między nimi. Mikroprocesor przeprowadza na bieżąco wstępną analizę parametrów czasowych pojawiających się zaburzeń i rejestruje ich wartość QP (jeżeli zostanie przekroczony założony poziom analizy), po czym przesyła zarejestrowane wyniki do procesora głównego w bloku sterująco-analizującym. Każdy z czterech torów pomiarowych wyposażony jest we własny procesor. Jego zadania to: obsługa przetwornika analogowo-cyfrowego, analiza czasowa i napięciowa danych oraz sterowanie przełącznikiem detektorów. Przetworzone i wstępnie przeanalizowane dane o sygnałach przesyłane są szeregowo do procesora głównego.

- **Generator kalibracyjny** wykonany jest jako generator krótkich impulsów, których gęstość widmowa ma równomierny poziom aż do częstotliwości 30 MHz.
- **Układ sterująco-analizujący**, zapewnia kontakt z operatorem, zarządza układami przyrządu, jego pamięcią i zapewnia uzupełniającą analizę danych z procesorów lokalnych w poszczególnych torach pomiarowych.

Wynik analizy można wyświetlić na ekranie, wydrukować na drukarce lub przesłać do zewnętrznego komputera w celu ewentualnej dalszej obróbki uzyskanych danych pomiarowych.

Analizator AZK-44 pozwala również na rejestrację czasów wystąpienia, czasów trwania i wartości QP wszystkich zaburzeń, jakie wystąpiły w trakcie analizy i których poziom przekroczył nastawioną wartość.

Analizator wyposażony jest także w wejście przystosowane do współpracy z czujnikiem przełączeń, wykorzystywane przy badaniach urządzeń ocenianych na podstawie liczby operacji przełączeń.

Inne użyteczne cechy analizatora, to:

- prostszy i istotnie tańszy układ pomiarowy; nie ma potrzeby stosowania dodatkowego, zewnętrznego miernika zaburzeń i kłopotliwej kalibracji zestawu pomiarowego po każdej zmianie częstotliwości pomiarowej,
- rejestracja w pamięci wewnętrznej wszystkich parametrów obserwowanych zaburzeń krótkotrwałych (amplituda, czas trwania, odstępy), z podaniem bieżącego czasu jaki upłynął od momentu analizy,
- zaprogramowane szablony protokołu pomiarów z możliwością ich druku na zewnętrznej drukarce,
- możliwość zdalnego programowania parametrów AZK-44 i zbierania danych za pośrednictwem światłowodowego łącza szeregowego z zewnętrznego komputera.

Dzięki jednoczesnemu pomiarowi na czterech częstotliwościach oraz pomiarowi rzeczywistej amplitudy każdego trzasku (co eliminuje konieczność sekwencyjnego powtarzania operacji zliczania liczby trzasków na dwu różnych poziomach analizy) analizator AZK-44:

- zapewnia 8-krotne skrócenie czasu pomiarów, w stosunku do dotychczasowych rozwiązań,
- eliminuje przypadkowość w ocenie urządzenia.

## 5. Podsumowanie

Urządzenia zawierające termoregulatory, przekaźniki, programatory, przełączniki migowe itp. są szeroko rozpowszechnione w środowisku mieszkalnym, biurowym i handlowym. Jako źródła

zaburzeń krótkotrwałych mogą stanowić istotne zagrożenie dla urządzeń podatnych na zaburzenia o charakterze impulsowym. Dotyczy to głównie urządzeń wykorzystujących cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Problem narasta i sygnalizowana jest konieczność kontroli tego rodzaju zaburzeń w odniesieniu do wszystkich możliwych dróg ich przenikania do urządzeń zakłócanych, w szerszym niż dotychczas zakresie częstotliwości [2].

Analizatory zaburzeń krótkotrwałych stają się przyrządami pomiarowymi niezbędnymi dla producentów wspomnianych powyżej urządzeń oraz akredytowanych laboratoriów, wydających odpowiednie certyfikaty o zgodności wyrobu z Dyrektywą EMC. W tym ostatnim przypadku analizator powinien absolutnie spełniać wymagania normy [3] w zakresie ich reakcji na szereg sygnałów testowych (23 zestawy). Wymagania dotyczące sygnałów testowych stosowanych przy weryfikacji analizatorów zaburzeń krótkotrwałych, ujęte w normie [3] zostały ustalone w latach 1996-2001 w ramach specjalnej 7-osobowej grupy Ad Hoc, powołanej przez SC A/CISPR. Zaproszone do tej grupy 2 osoby z Instytutu Łączności zgłosiły szereg dokumentów roboczych, istotnych dla ostatecznych ustaleń ujętych w normie [4 ÷ 8]. Opracowanie generatora sygnałów testowych jest samo w sobie pewnym problemem technicznym i ekonomicznym ze względu na niewielkie zapotrzebowanie. Taki generator został opracowany w Zakładzie Kompatybilności Elektromagnetycznej Instytutu Łączności i przekazany do wdrożenia w Laboratorium Aparatury Pomiarowej EMC, które w ramach posiadanej akredytacji (AP 016) ma uprawnienia do wzorcowania, między innymi, analizatorów zaburzeń krótkotrwałych.

## 6. Literatura

- [1] PN-EN 55014-1:2004, Kompatybilność elektromagnetyczna. Wymagania dotyczące przyrządów powszechnego użytku, narzędzi elektrycznych i podobnych urządzeń. Część 1: Emisja.
- [2] CISPR/F/380/INF, Review of CISPR 14-1 which has been conducted within the UK RA.
- [3] PN-N 55016-1-1:2005(U), Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC), Urządzenia do pomiarów zaburzeń radioelektrycznych i odporności na zaburzenia radioelektryczne - Urządzenia pomiarowe.
- [4] CISPR A (San Diego/Poland) 01-99, June 1999, Proposal for changes of the requirements for disturbance analyzer in the Publication 16-1 (edition 1.1, 1998)
- [5] CISPR A (San Diego/Poland) 02-99, June 1999, Results of the computer simulation of the click analyser responses to tests Nos. 15 and 16,
- [6] CISPR/A/WG1 - Ad Hoc (Kilian - Pietranik) 03-1999, Question and investigations related to the interpretation of provisions in CISPR 14-1 and CISPR 16-1 for the assessment of discontinuous disturbances (clicks). Comments concerning the time delay of the q-p detector response for the click evaluation.
- [7] CISPR/F/WG1 (Kilian-Pietranik) 01-2001, "Comments to the CISPR 14-1:2000 concerning clicks measurement combination of clicks in a time frame less than 600 ms" June 2001
- [8] CISPR A (Kilian - Pietranik) 02 '98, Parameters of the check waveforms - tests No. 15 and No. 16

*Artykuł recenzowany*