

**Komunikat \***

## ***Szybka analiza zaburzeń krótkotrwałych. Opracowany w Instytucie Łączności Analizator ACA-4c***

**Marek Jermakowicz,  
Krzysztof Maniak, Mirosław Pietranik**

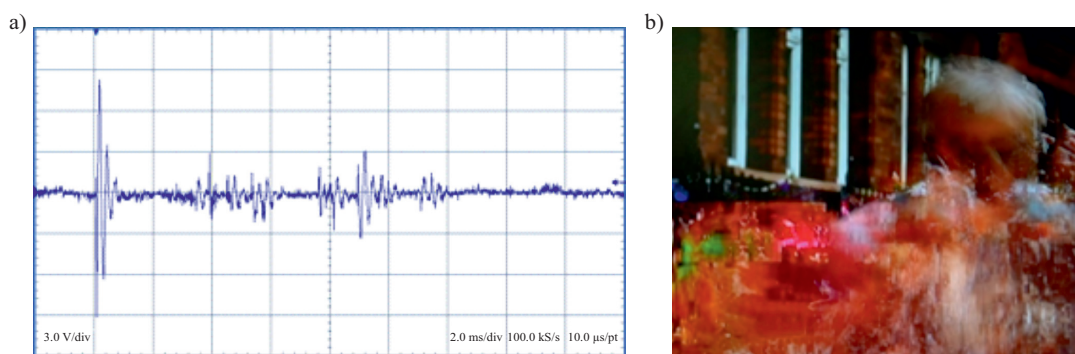
*W artykule opisano opracowany i wdrożony do produkcji w Instytucie Łączności analizator zakłóceń krótkotrwałych ACA-4c, pozwalający na skrócenie czasu badań wyrobów w zakresie emisji trzasków. Urządzenie to umożliwia automatyczne wykonywanie kompleksowej analizy trzasków, równocześnie dla czterech znormalizowanych częstotliwości i na obu poziomach analizy. Zbudowane zostało w oparciu o bogate doświadczenie Instytutu i spełnia wszystkie wytyczne zawarte w normach.*

**Kompatybilność elektromagnetyczna, znak CE, badania emisji, zaburzenia krótkotrwałe**

### **Wprowadzenie**

Urządzenia powszechnego użytku, w tym AGD, elektronarzędzia i inne, zawierające termoregulatory, styczniki, przełączniki, programatory mechaniczne itp., stanowią nadal szeroką i specyficzną grupę obiektów z punktu widzenia emitowanych przez nie zaburzeń radioelektrycznych. Generują one, prócz zaburzeń o charakterze ciągłym, pojedyncze impulsy tzw. „trzaski” lub ich grupy pojawiające się w nieregularnych odstępach czasu i charakteryzujące się dużym, trudnym do przewidzenia, rozrzutem amplitud oraz czasów trwania poszczególnych impulsów. Efekty zakłóceń związane z zaburzeniami krótkotrwałymi mają charakter nagły, powodując zakłócenia w transmisji sygnałów analogowych i cyfrowych, zmiany w informatycznych zbiorach danych itp.

Obecnie szczególnie istotny stał się problemem wpływ trzasków na degradację sygnału TV nadawanego w systemie cyfrowym, gdzie obserwowane na ekranie odbiornika zakłócenia są zdecydowanie bardziej uciążliwe dla widza niż w przypadku zaburzeń analogowego sygnału wizyjnego (rys. 1).



**Rys. 1.** Zaburzenia typu „trzask”: a) generowane i propagowane w sieci energetycznej przez iskrzący termostat żelazka (nastawa oscyloskopu 3 V/dz, 2 ms/dz), b) związane z tym zakłócenia w odbiorze TV

\* Informacje dotyczące opracowanego w Instytucie Łączności produktu znajdują się również w artykule opublikowanym w czasopiśmie *Elektronik*, 2014, nr 6, s. 81-83 (Red.)

Termostaty i inne automatyczne przełączniki kontaktowe stosowane w urządzeniach AGD są najczęstszą przyczyną skarg na zakłócenia w odbiorze radiowym i telewizyjnym [1]. Nowe urządzenia AGD muszą przejść badania w zakresie emitowanych przez nie zaburzeń krótkotrwałych (trzasków) według normy [2]. Pozytywny wynik badań dla nowych wyrobów nie oznacza jednak, że będą one spełniać te wymagania po wielu latach eksploatacji. Podkreślić tu należy, że najczęściej stosowaną praktyką, są badania pojedynczego, nowego wyrobu na zgodność z wymaganiami odpowiednich norm i podjęcie tylko na tej podstawie decyzji o dopuszczeniu wyrobu na rynek. Bardzo rzadko stosuje się badania większej partii wyrobów z zastosowaniem odpowiedniej oceny statystycznej. A w przypadku badań w zakresie „trzasków”, gdzie procedura badań jest czasochłonna przy zastosowaniu typowych metod manualnych (oscyloskop, miernik zaburzeń) z zasady bada się tylko jedno urządzenie.

W raportach z badań dotyczących wszystkich parametrów EMC na ogół nie ma informacji o badaniach większej liczby nowych wyrobów. Z powyższych rozważań wynika, jak istotne jest skrócenie czasu badań wyrobów w zakresie emisji trzasków przez zastosowanie odpowiedniego urządzenia pomiarowego, zdolnego automatycznie wykonywać kompleksową analizę trzasków, równocześnie dla czterech znormalizowanych częstotliwości [2] i na obu poziomach analizy.

Takim przyrządem jest opracowany i wdrożony do produkcji w Instytucie Łączności analizator zakłóceń krótkotrwałych ACA-4c. Urządzenie to, zbudowane w oparciu o bogate doświadczenie Instytutu, spełnia wszystkie wytyczne zawarte w normach [2]–[3].

Stosowane obecnie w laboratoriach badawczych EMC analizatory zaburzeń pracujące w jednym cyklu pomiarowym, umożliwiają analizę trzasków przeważnie tylko dla jednej znormalizowanej częstotliwości. Ponadto, często, analizator nie stanowi autonomicznego urządzenia pomiarowego i wymaga współpracy (np. w formie przystawki) z odpowiednim miernikiem zaburzeń, co dodatkowo komplikuje i tak już złożony układ pomiarowy. Analizator ACA-4c, będąc w pełni niezależnym urządzeniem, pozwala na automatyczną realizację procedury badawczej, zapis w pamięci wewnętrznej pełnego wyniku testu wraz z nastawami przyrządu, a w razie potrzeby wydruk raportu z badań. Podobnej klasy zautomatyzowane urządzenia można znaleźć w ofercie nielicznych producentów, np. AFJ Instruments [4], lecz w przeciwieństwie do analizatora ACA-4c przyrządy te obsługiwane są wyłącznie z poziomu dedykowanego oprogramowania, co uznać należy za istotne utrudnienie. Autorem nie są znane produkty podobne do analizatora ACA-4c. Należy więc uznać prezentowany analizator za unikalne urządzenie, wykonujące jednocześnie analizę parametrów trzasków (poziomy, czas trwania i ich wzajemne ułożenie) pozwalającą na automatyczne podjęcie decyzji o tym, czy badane urządzenie spełnia lub nie spełnia wymagania normy [2]. Warto podkreślić fakt, że automatyczne pomiary zapewniają obiektywizację wyników badań, gdyż nie są obciążone wpływem osoby wykonującej pomiary, a wręcz „życzeniami” producenta wyrobu.

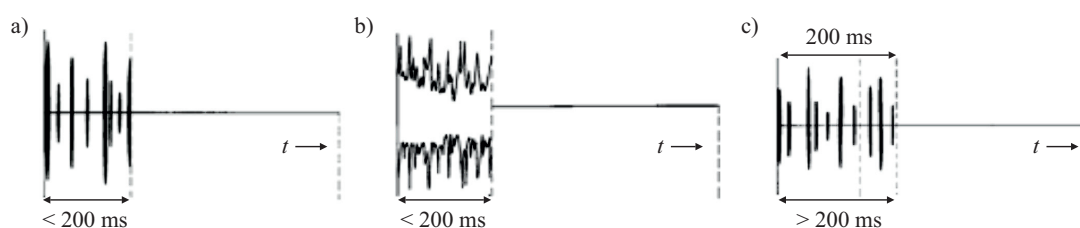
Funkcjonalność pomiarowa analizatora ACA-4c została doceniona przez grono nabywców krajowych (np. krajowy Ośrodek Badawczo Rozwojowy PREDOM), jak i zagranicznych (Tokin EMC Engineering z Japonii).

## Zaburzenia krótkotrwałe

Zgodnie z definicją, przyjętą w normie PN-EN 55014-1, za trzask uważa się zaburzenie radioelektryczne, które pojawia się nie częściej niż 30 razy w ciągu minuty i trwa nie dłużej niż 200 ms, niezależnie od tego, czy jest to pojedynczy impuls, czy też grupa występujących blisko siebie impulsów. Przy czym następne tego typu zdarzenie występuje nie wcześniej niż po upływie kolejnych 200 ms. Jest to definicja podstawowa trzasków i przy takim podejściu wydawałoby się, że ich pomiar jest prosty. Przykłady czasowych przebiegów zaburzeń krótkotrwałych przedstawione zostały na rys. 2 [2].

W praktyce przy ustalaniu kryteriów „złagodzenia” wymagań dla takich zaburzeń wprowadzono szereg dodatkowych „kryteriów” (tzw. wyjątków – *exceptions*) uwzględniających interesy producentów sprzętu AGD i elektronarzędzi. W zależności od rodzaju urządzeń AGD (np. programowalnych) wprowadzono dodatkowe kryteria, pozwalające zaliczyć generowane przez nie zaburzenie krótkotrwałe jako trzaski mimo, że ich parametry czasowe odbiegają od definicji podstawowej. W efekcie takich złagodzeń procedura pomiarów trzasków jest złożona i czasochłonna.

Bazując na tradycyjnych, manualnych metodach pomiaru, w ekstremalnym przypadku pomiary jednego urządzenia (np. pralki automatycznej) mogą trwać bardzo długo – nawet do kilku dni!



Rys. 2. Przykładowy charakter zaburzeń krótkotrwałych traktowanych jako: a) i b) trzaski, c) zaburzenia ciągłe [2]

## Pomiary zaburzeń krótkotrwałych

Pomiary trzasków radioelektrycznych obejmują nie tylko wyznaczenie ich poziomu w funkcji częstotliwości, lecz także badanie ich rozkładu w czasie, jak czas trwania, odstępy między poszczególnymi zdarzeniami, częstość pojawiania się poszczególnych trzasków.

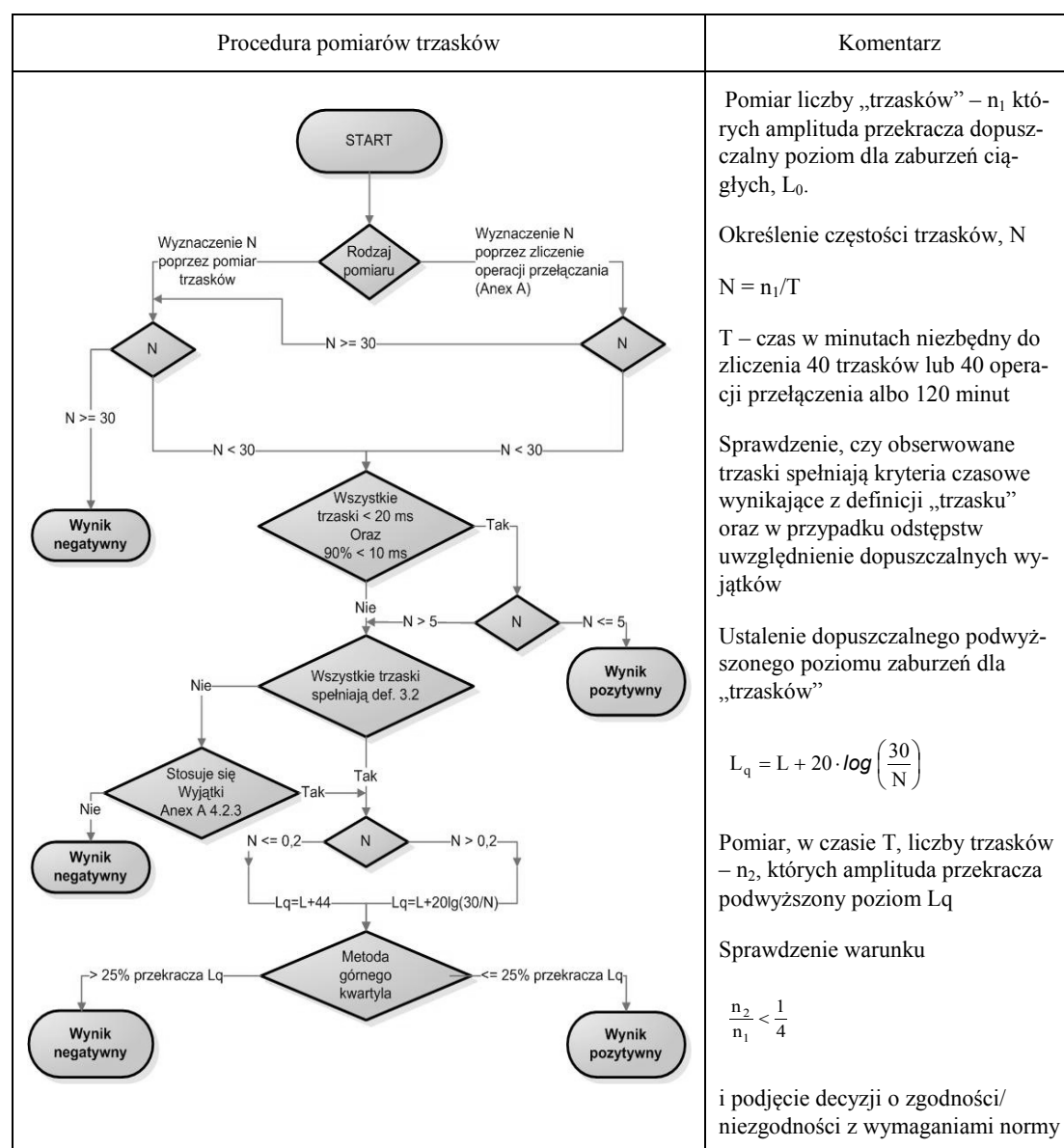
W procesie pomiarów trzasków można wyróżnić następujące fazy:

- pomiar i analiza odpowiednich parametrów zaburzeń (czas trwania, odstępy, częstość) w celu zakwalifikowania ich do trzasków lub zaburzeń ciągłych,
- pomiar liczby trzasków przekraczających dopuszczalny poziom  $L_0$  dla zaburzeń ciągłych (ocenę przeprowadza się tylko wtedy, jeśli wszystkie zaburzenia spełniają kryteria podstawowe wynikające z definicji trzasku i dopuszczalnych wyjątków),
- wyznaczenie dopuszczalnego podwyższonego poziomu  $L_q$  trzasków, zależnego od częstości występowania trzasków  $N$ ,
- pomiar liczby trzasków na podwyższonym poziomie  $L_q$ .

Badane urządzenie uważa się za spełniające wymagania normy [2], jeśli liczba trzasków na podwyższonym poziomie  $L_q$  nie przekracza 25% liczby trzasków na poziomie właściwym dla zaburzeń ciągłych  $L_0$ .

Pełną procedurę pomiarów trzasków ilustruje algorytm przedstawiony na rys. 3. Na jej podstawie łatwo zauważyć, że pomiar zaburzeń krótkotrwałych jest złożony i czasochłonny. Czas pomiarów określonego urządzenia może w najgorszym przypadku trwać ponad 4 godziny dla jednej częstotliwości – po 2 godziny właściwych pomiarów na każdym poziomie analizy plus czas potrzebny do przygotowania stanowiska pomiarowego i wyrobu do badań, analizy wyników na poziomie  $L_0$  i ustalenia poziomu  $L_q$ .

Jeśli wziąć pod uwagę konieczność powtórzenia tych czynności przy czterech częstotliwościach, to oczywiste staje się poszukiwanie przyrządu pomiarowego skracającego ten okres z kilkudziesięciu do kilku godzin, jednocześnie pozwalającego na jak największą automatyzację procesu pomiarowego i eliminację subiektywnych błędów operatora.



Rys. 3. Procedura pomiarów zaburzeń krótkotrwałych według [2]

## Analizator zaburzeń krótkotrwałych ACA-4c

Rozwiązaniem tego złożonego problemu jest automatyczny analizator zaburzeń krótkotrwałych ACA-4c (rys. 4), opracowany i wdrożony do produkcji w Instytucie Łączności w Zakładzie Kompatybilności Elektromagnetycznej we Wrocławiu. Prezentowany przyrząd stanowi aktualną wersję produkowanych poprzednio analizatorów AZK-4 i AZK-44 [5]. Urządzenie znacząco skraca czas pomiarów z kilkudziesięciu do pojedynczych godzin, spełniając jednocześnie wszystkie wymagania określone w normach [2]–[3].



Rys. 4. Widok analizatora zaburzeń krótkotrwałych ACA-4c

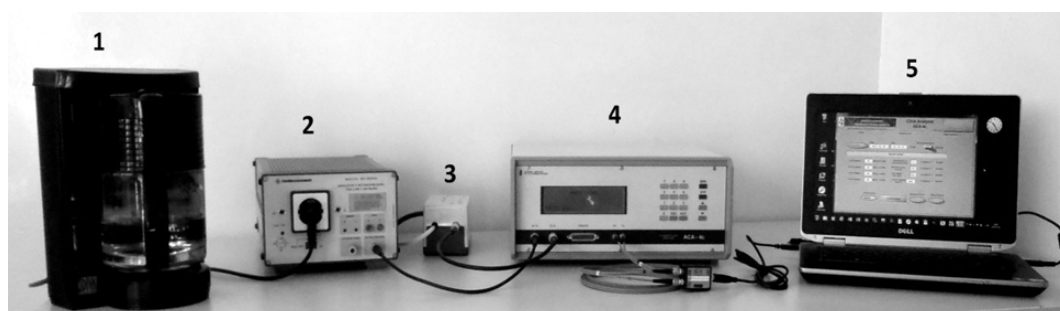
Analizator ACA-4c, w jednym cyklu pomiarowym, równocześnie dla czterech znormalizowanych częstotliwości (0,15; 0,5; 1,4; 30 MHz):

- analizuje zarejestrowane czasy trwania zaburzeń i przerw między nimi,
- przeprowadza klasyfikację zarejestrowanych zdarzeń na trzaski krótkie ( $\leq 10$  ms), trzaski długie ( $10 \text{ ms} < t \leq 200$  ms) i zaburzenia ciągłe ( $t > 200$  ms),
- uwzględnia wyjątki procedury pomiarowej wyszczególnione w normie, a dotyczące zaliczenia do trzasków zaburzeń o łącznym czasie trwania  $200 \text{ ms} < t < 600$  ms,
- sumuje czasy trwania trzasków trwających dłużej niż 200 ms,
- rejestruje liczbę zarejestrowanych trzasków w poszczególnych torach pomiarowych,
- rejestruje całkowity czas analizy T,
- oblicza częstość trzasków N, w każdym torze pomiarowym, na podstawie zarejestrowanych trzasków lub zliczonych operacji przełączeń,
- 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.

Po zakończeniu pomiarów analizator umożliwia wydruk zbiorczego dokumentu o wyniku oceny badanego obiektu wraz ze stwierdzeniem, czy badane urządzenie spełnia wymagania normy [2]. Możliwy jest również szczegółowy wydruk zarejestrowanych zdarzeń (trzasków) z wyszczególnieniem momentu ich pojawienia się, czasu trwania oraz wartością amplitudy.

W przypadku wyznaczania częstości trzasków na podstawie liczby przełączeń analizator współpracuje z dostarczanym, wraz z urządzeniem, czujnikiem przełączeń ACA-SS. Widok kompletnego systemu pomiarowego na stanowisku pomiarowym przedstawia rys. 5.

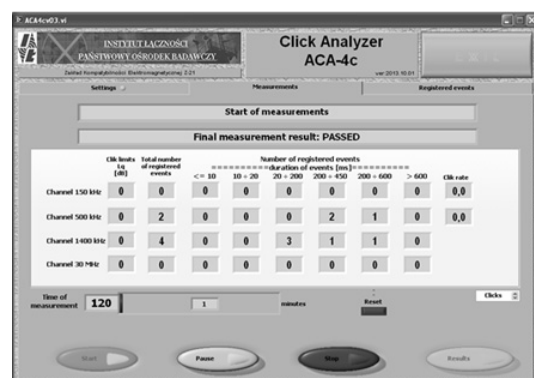
Analizator może pracować jako niezależne urządzenie z obsługą poprzez pulpit, jak również w trybie pracy zdalnej z rejestracją i analizą danych przez komputer wyposażony w dedykowany program, czyli jako element komputerowego systemu pomiarowego. Interpretacja graficzna obejmuje czas pomiaru i uwzględnia amplitudę, czas trwania trzasku i częstotliwość kanału, w którym zarejestrowano zdarzenie. Przykładowe zrzuty ekranu przedstawiono na rys. 6.



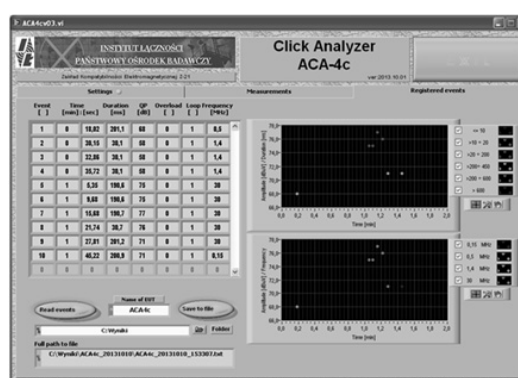
Rys. 5. Widok analizatora ACA-4c na stanowisku pomiarowym: 1 – badany obiekt, 2 – sieć sztuczna, 3 – czujnik przełącznej ACA-SS, 4 – analizator ACA-4c, 5 – komputer z oprogramowaniem

Komunikacja pomiędzy analizatorem i komputerem odbywa się łączem światłowodowym, co jest zależną w przypadku pomiarów prowadzonych w środowisku przemysłowym. Operator znajdując się w oddzielnym pomieszczeniu jest chroniony od hałasów i zanieczyszczeń występujących w hali, w której pracuje testowane urządzenie. I co ważne, połączenie takie nie przenosi lokalnych zaburzeń radioelektrycznych zakłócających pomiar.

a)



b)



Rys. 6. Zdalna obsługa analizatora: a) zakładka wyników pomiaru, b) zakładka zarejestrowanych trzasków

## Podsumowanie

Wyroby elektryczne oraz elektroniczne wprowadzane na rynek ze znakiem CE powinny spełniać wymagania dyrektywy EMC, w myśl której znak CE stanowi deklarację producenta, że wyrób wprowadzany do obrotu spełnia zasadnicze wymagania określone w rozporządzeniach wydawanych na podstawie ustawy z dnia 30 sierpnia 2002 r. o systemie oceny zgodności [6], wprowadzającej do polskiego prawa tzw. dyrektywy nowego podejścia. Dotyczą one ponad dwudziestu grup produktów, między innymi urządzeń elektrycznych (w tym szerokiej grupy sprzętu elektronicznego i AGD), zabawek, środków ochrony indywidualnej, materiałów budowlanych, maszyn i wind.

Według Urzędu Ochrony Konkurencji i Konsumentów wyroby, dla których istnieją zasadnicze wymagania określone w przepisach, powinny mieć znak CE. Wymaganie to jest równoznaczne ze spełnieniem wymagań odpowiednich, dla danej grupy produktów, norm PN-EN. Potwierdzeniem tego faktu jest wykonanie odpowiednich badań, przeprowadzanych we własnym zakresie przez producenta wyrobu lub potwierdzonych badaniami odpowiedniego akredytowanego laboratorium.

Oczywiście dopuszczalna jest sytuacja wprowadzenia na rynek produktu bez odpowiednich badań, ale wówczas użycie na wyrobie znaku CE niesie ze sobą spore ryzyko. W przypadku, gdy wyrób nie spełnia odpowiednich wymagań, producent może być narażony na karę.

W tych warunkach wykorzystanie opracowanego i wdrożonego w Instytucie Łączności analizatora ACA-4c może stanowić dla producentów duże ułatwienie.

### **Bibliografia**

- [1] *Thermostats interfering with TV and radio reception*, <http://www.emcuk.co.uk/awareness/Pages/InterferenceExamples/HouseholdAppliances.htm#Thermostats>
- [2] PN-EN 55014-1:2012, *Kompatybilność elektromagnetyczna. Wymagania dotyczące przyrządów powszechnego użytku, narzędzi elektrycznych i podobnych urządzeń. Część 1: Emisja*
- [3] PN-N 55016-1-1:2005(U), *Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC), Urządzenia do pomiarów zaburzeń radioelektrycznych i odporności na zaburzenia radioelektryczne – Urządzenia pomiarowe*
- [4] <http://www.richtec.com.tw/driver/drivers/CL55C%20Click%20Analyser.pdf>
- [5] Pietranik M., Michalak M.: *Czterokanałowy analizator zaburzeń krótkotrwałych*, *Pomiary, Automatyka, Kontrola*, 2006, nr 6, s. 66–68
- [6] Dziennik Ustaw nr 138 z dnia 13 lipca 2010 r. poz. 935 z późniejszymi zmianami

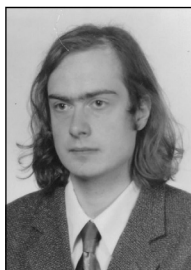
### **Marek Jermakowicz**



Mgr inż. Marek Jermakowicz – absolwent wydziału Elektroniki Politechniki Wrocławskiej (1982); pracownik Instytutu Łączności we Wrocławiu w latach 1986–1991 i od 2010 r.; bierze udział w pracach badawczych związanych z kompatybilnością elektromagnetyczną, praca zawodowa: rozwój i utrzymanie oprogramowania wspomagającego pomiary w środowisku LabVIEW oraz oprogramowania obliczeniowego w środowisku Python/C++/Qt dotyczącego modelowania rozkładu pola elektromagnetycznego, udział w pracach konstrukcyjnych, publikacje, artykuły oraz prowadzenie szkoleń z powyższych zagadnień.

e-mail: M.Jermakowicz@itl.waw.pl

### **Krzysztof Maniak**



Dr inż. Krzysztof Maniak – absolwent wydziału Elektroniki Politechniki Wrocławskiej (2001); pracownik Instytutu Łączności we Wrocławiu od 2012 r.; autor i współautor prac badawczych i publikacji; praca zawodowa: kompatybilność elektromagnetyczna układów zasilających, prace konstrukcyjne w dziedzinie aparatury pomiarowej, udział w pracach badawczych i pomiarowych; zainteresowania naukowe: badania jakości sieci energetycznej i jej ochrona przed zakłóceniami szerokopasmowymi.

e-mail: K.Maniak@itl.waw.pl

### **Mirosław Pietranik**



Dr inż. Mirosław Pietranik ukończył wydział Łączności Politechniki Wrocławskiej (1961). Stopień doktora uzyskał w Instytucie Łączności (1974). Działalność zawodowa dotyczy różnorodnych problemów kompatybilności elektromagnetycznej. Autor wielu publikacji z dziedziny kompatybilności elektromagnetycznej. Wiele lat działał 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@itl.waw.pl