

*Sztuka mierzenia podbija świat dla człowieka; dzięki sztuce pisania poznanie człowieka przestaje być tak przemijające jak on sam. Jedno i drugie, miara i pismo, dają razem człowiekowi to, czego natura mu odmawia – wszechmoc i wieczność.*

Theodor Mommsen, *Historia Rzymu*

Jednym z podstawowych sposobów poznawania rzeczywistości jest mierzenie. Dzięki pomiarom jest możliwa klasyfikacja otaczających człowieka zjawisk, warunkująca rozwój cywilizacyjny i postęp techniczny. Doskonalenie sztuki mierniczej pozwala na wnikliwą analizę świata materialnego i stanowi podstawę wielu dyscyplin naukowych.

Oscyloskop jest niezwykle popularnym przyrządem pomiarowym i bywa stosowany niemal w każdej dziedzinie techniki. Korzysta się z niego częściej niż ze specjalistycznych przyrządów do precyzyjnego pomiaru wielkości podstawowych, takich jak prąd, napięcie czy częstotliwość. O jego uniwersalności przesądza sposób prezentowania wyniku na dwuwymiarowym ekranie. Obserwowany kształt przebiegu, jeśli nawet nie jest kreślony z idealną precyzją, niesie o wiele więcej informacji o badanym sygnale, niż dokładna wartość liczbową któregoś z jego parametrów.

Historia oscyloskopu rozpoczęła się w roku 1897, kiedy to Karl Ferdinand Braun skonstruował pierwszy oscylograf. Po wprowadzeniu kilku modyfikacji, zwłaszcza w konstrukcji samej lampy oscyloskopowej, oscyloskopy produkowano seryjnie od lat dwudziestych ubiegłego wieku. Do końca II wojny światowej wykonywano je głównie na potrzeby uczelni technicznych oraz wojska. Najbardziej znanym producentem z tego okresu jest amerykańska firma DuMont. Lampy oscyloskopowe oraz oscyloskopy konstruowano także w firmach europejskich. Pierwszy oscylograf, sprzedawany w latach trzydziestych pod marką General Radio typ 535, był wyposażony w niemiecką lampę, pochodzącą z zakładów Manfreda von Ardenne. Pionierami w konstruowaniu oscyloskopów byli między innymi Frederick Bedell oraz Herbert Reich, którzy wyprodukowali kilkanaście egzemplarzy jeszcze pod koniec lat dwudziestych. Z dzisiejszego punktu widzenia były to bardzo prymitywne urządzenia, bez kalibrowanej podstawy czasu, bez obwodu wyzwiania, bez linii opóźniającej, z pasmem pokrywającym zakres akustyczny lub sięgającym kilku megaherców. Lampa oscyloskopowa oraz zasilacz umieszczane były w osobnych obudowach. W roku 1934 oscylograf elektronowy typ 687A z General Radio Corp. reklamowano jako „mieszczący się w jednej tylko obudowie”.

Dynamiczny rozwój techniki oscyloskopowej, jaki nastąpił po zakończeniu II wojny światowej, oraz jej dzisiejszy poziom jest związany przede wszystkim z firmą Tektronix, powstałą w grudniu 1945 roku. Jej założycielami byli: Jack Murdock, Howard Vollum, Glenn McDowell oraz Miles Tippet. Ostatni z wymienionej czwórki był autorem pierwotnej nazwy TekRad. Ponieważ istniała już kalifornijska firma o zbliżonej i zastrzeżonej nazwie TechRad (Technical Radio Company), w lutym następnego roku Tippet zmienił ją na Tektronix. Konstrukctorem pierwszego oscyloskopu tej marki był Howard Vollum, który jego wczesną wersję zbudował jeszcze jako student w roku 1934. Doświadczenia zdobyte podczas wojny przy pracy z radarami pozwoliły znacznie udoskonalić konstrukcję oscyloskopu. Po pierwsze, podstawa czasu była wyzwiana oraz kalibrowana. Podobnie wzmacniacz odchylenia pionowego wyposażono w kalibrowany przełącznik skali. Rzadko się

o tym pamięta, ale stosowaną do dziś sekwencję przełączania skali 1-2-5 wprowadził właśnie Tektronix. Drugą zaletą oscyloskopu Volluma była linia opóźniająca w torze sygnałowym, pozwalająca zaobserwować przebieg na ekranie w momencie wyzwolenia. Taki oscyloskop był przyrządem przenośnym, choć nie zapominajmy, że mowa tu o czasach, w których określenie „przenośny” oznaczało tyle, co „dający się przenieść przez jednego człowieka z miejsca na miejsce”.

Niewiele brakowało, a Howard Vollum zostałby pracownikiem firmy Hewlett-Packard. Bill Hewlett pozytywnie oceniał tego młodego inżyniera, jednak drugi ze współników, Dave Packard, nigdy nie odpowiedział Vollumowi. Firma Hewlett-Packard nie była specjalnie zainteresowana produkcją oscyloskopów. Jediną poważną konkurencją dla Tektronixa był początkowo DuMont, producent lamp, od którego dostaw Tetronix był zależny. Allen DuMont nie wróżył zresztą większego powodzenia nowemu przedsiębiorstwu, twierdząc, że lokalizacja siedziby w tak odległym miejscu jak Portland w Oregonie przyniesie jedynie kłopoty transportowe, a związane z tym koszty doprowadzą szybko do jego upadku. Tymczasem firma istnieje do dziś, a reputację lidera w produkcji najwyższej klasy oscyloskopów zdobyła już w pierwszej dekadzie istnienia. Po wielu przekształceniach i zmianach nazwy, DuMont Instrumentation zbankrutował w roku 1984, a istniejąca obecnie firma DuMont Oscilloscopes nie należy do potentatów rynkowych.

Początkowo Tektronix nie miał własnego oddziału handlowego i skupiał się jedynie na konstruowaniu oraz produkcji. Sprzedażą zajmował się partner handlowy Neely Enterprises, reprezentujący także firmę Hewlett-Packard. Własny dział sprzedaży utworzono dopiero na początku lat pięćdziesiątych. Właściciel dotychczasowego dystrybutora, Norman Neely, przekonał kierownictwo HP do rozpoczęcia produkcji oscyloskopów pod tą właśnie marką. Pierwszy model HP130A nawet w ocenie producenta nie należał do udanych, jednak już następne projekty zapowiadały, że koncern z Palo Alto nie będzie łatwą konkurencją. Walka o utrzymanie dominującej pozycji zaowocowała wkrótce wieloma wynalazkami, dzięki którym współczesny oscyloskop jest tak zaawansowanym przyrządem pomiarowym. Obecnie spadkobiercą produkcji oscyloskopów firmy Hewlett-Packard jest Agilent. Trzecim znaczącym producentem jest założona w roku 1964 przez Waltera LeCroya Lecroy Corporation (pierwotnie LeCroy Research Systems). Znaczącym krokiem w rozwoju tej amerykańskiej firmy było otwarcie w roku 1972 europejskiego biura projektowego w Genewie. Wybór lokalizacji był nieprzypadkowy, jednym z poważniejszych bowiem klientów, nie tylko dla LeCroya, jest CERN. Dzięki tej współpracy powstała marka przyrządów przeznaczonych do prac naukowych. LeCroy produkuje oscyloskopy cyfrowe od roku 1985.

W książce przedstawiono budowę i podstawowe parametry oscyloskopów analogowych i cyfrowych, oraz konstrukcję sond oscyloskopowych. Rozdział poświęcony pomiarom dotyczy przede wszystkim przyrządów cyfrowych. Zasady łączenia oscyloskopu z badanym obwodem i wykonywanie pomiarów wielkości podstawowych, jak napięcie, czas czy częstotliwość, są jednakowe dla obu rodzajów przyrządów. W wielu starszych opracowaniach przedstawienie pomiarów oscyloskopowych bazuje jedynie na wyobrażeniu urządzenia wyłącznie analogowego, gdzie podstawą

jest obraz obserwowany na ekranie lampy, tymczasem oscyloskop cyfrowy oferuje o wiele większe możliwości. Bezpośrednim wynikiem pomiaru są próbki umieszczone w rekordzie akwizycji, a obraz na ekranie jest jedynie rekonstrukcją przebiegu, wykonaną na podstawie zapisanych próbek. Pomiar oznacza tu rejestrację próbek oraz dokonanie odpowiednich przeliczeń, z których wiele bywa standardowo wykonywanych przez przyrząd. Zaprezentowano tu również gotowe aplikacje pomiarowe i wybrane programy, służące pomiarom jitteru oraz dekodowaniu magistral szeregowych, niewykonalnemu w tradycyjny, analogowy sposób.

Dokumentacje przyrządów analogowych są ogólnie dostępne, jednak zawartość większości instrukcji serwisowych oscyloskopu cyfrowego sprowadza się do stwierdzenia, że urządzenie składa się z zasilacza oraz płyty głównej z pozostałymi elementami. Noty aplikacyjne umieszczane na internetowych stronach producentów także bywają niewystarczające. Wiele miejsca poświęcono rozwiązaniom stosowanym przez firmę Tektronix, która jest niekwestionowanym liderem na rynku oscyloskopów. Mam nadzieję, że przedstawione tu podstawy budowy oscyloskopu cyfrowego chociaż częściowo wypełnią istniejącą lukę, a sposób ich prezentacji spotka się z przychylną oceną.

Pragnę podziękować panu Piotrowi Zbysińskiemu za inspirację do napisania niniejszej książki, a przede wszystkim za życzliwe dopilnowanie tego, iż termin jej ukończenia nie przesunął się na kolejne lata. Panu Ryszardowi Gruszczyńskiemu dziękuję za pomoc przy wykonaniu zdjęć.

*Andrzej Kamieniecki*