

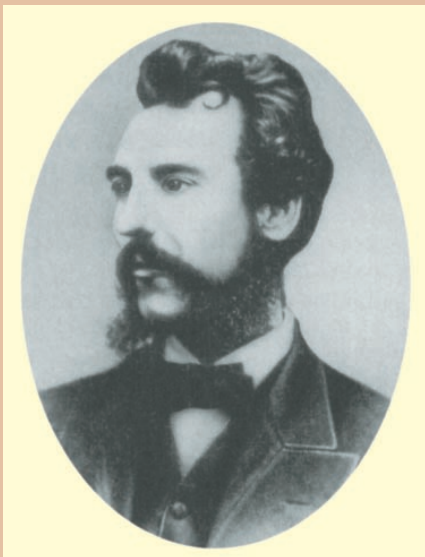
Historia elektroniki jest równie fascynująca jak jej współczesne osiągnięcia. Kontynuujemy opowieść o ludziach i wydarzeniach, od których to wszystko się zaczęło.

Narodziny i rozwój telefonii

Pierwszy elektryczny system łączności dalekiego zasięgu, jakim jest telegraf, okazał się wielkim sukcesem. Nie umożliwiał jednak przesyłania głosu na odległość. Na tę możliwość trzeba jeszcze było czekać szereg lat.

Telefon wynalazł szkocki fizjolog i fizyk, profesor uniwersytetu w Bostonie w USA, Alexander Graham Bell. Zarówno jego matka, jak i żona były głuche, stąd jego zainteresowania mową i nauczaniem wymowy. Interesował się również żywo elektrycznością, co razem tworzyło podstawy jego dalszych badań.

Nauczanie głuchych mówienia doprowadziło Bella do wszczęcia badań nad powstawaniem głosu i mowy. Na użytek tych badań skonstruował rodzaj oscyloskopu, rejestrującego drgania membrany na przesuwającej się zakopconej szybce. Naturalnym przedłużeniem tych doświadczeń był pomysł przetworzenia drgań akustycznych na elektryczne i przesyłania ich drutem w formie prądu. Prace doświadczenia prowadził równoległe z pełnieniem swoich obowiązków dydaktycznych. W 1876 Bell otrzymał patent na swój pomysł i dokonał pierwszego pomyślnego przesłania drutem wiadomości telefonicznej. Do legendy przeszły pierwsze słowa przesłane drutem przez Bella do jednego ze współpracowników: "Panie Watson, proszę tu przyjść. Jego pierwszy mikrofon jak i słu-



Alexander Graham Bell

chawka składały się z pergaminowej membrany z przymocowaną do niej namagnesowaną blaszką, sprzężoną z cewką. Gdy już telefon nadawał się do praktycznego użytku, Bell zorganizował szereg pokazów. Udało mu się przesłać wiadomość telefoniczną przez 180km linię telegraficzną.

Zainteresowanie jego wynalazkiem było duże i już w 1877 uruchomiono w Bostonie pierwszą linię telefoniczną. W krótkim czasie przedsiębiorstwa i linie telefoniczne w USA zaczęły powstawać jak grzyby po deszczu. Szybko okazało się konieczne powołanie wspólnego przedsiębiorstwa eksploatacji linii telefonicznych, w wyniku czego po wielu reorganizacjach powstało towarzystwo American Telephone and Telegraph (AT&T). Badania rozwojowe zajmowały wiele miejsca w działalności przedsiębiorstwa. Doprowadziło to w roku 1924 do utworzenia gałęzi badawczej pod nazwą Bell Telephone Laboratories. W przedsiębiorstwie tym, o skróconej później nazwie Bell Laboratories, dokonano wielu odkryć i wynalazków, kształtujących całą elektronikę.

W następnych latach zastosowanie telefonu rozszerzało się bardzo szybko. W ciągu 30 lat pomiędzy 1885 a 1915 ilość rozmów telefonicznych wzrosła ponad stukrotnie. Zrodziło to zapotrzebowanie na dalsze usprawnienia łączności telefonicznej. Ręczne centrale zaczęły być zastępowane automatyczny-

mi. Pierwsza automatyczna łącznica telefoniczna, konstrukcji inż. Almona Strowgera została uruchomiona w roku 1892 w Laporte w USA. Tarczę numerową do wybierania impulsowego wprowadzono do użytku w 1896. Później powstały inne konstrukcje łącznic elektromechanicznych, jak braci Ericsson, Siemens, czy powstały w 1919 system Crossbar Szweda Betulandera, zastąpione ostatnio łącznicami elektronicznymi. Tarcza numerowa nie została jeszcze całkowicie wyparta przez wprowadzony w latach 60-tych klawiszowy, tonowy system wybierczy.

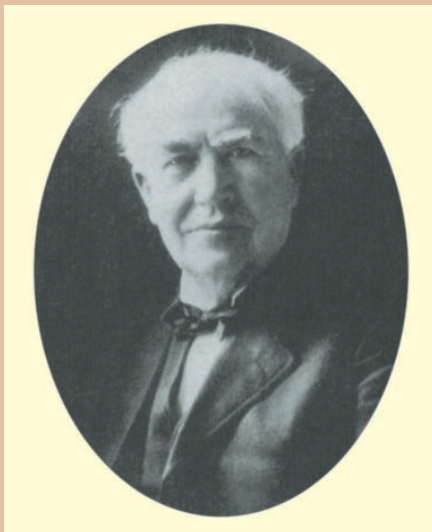
Masowość użycia oraz usprawnienia technologiczne doprowadziły do tak znacznego obniżenia cen usług telefonicznych, że telefon stał się podstawowym środkiem łączności w życiu codziennym. Wkrótce wiele przedsiębiorstw wyposażało się w telefony, a ilość zainstalowanych telefonów prywatnych rosła błyskawicznie. W USA z początkiem lat 60-ych wszystkie przedsiębiorstwa i większość gospodarstw domowych miały już swoje telefony. Telefon okazał się więc jednym z najważniejszych wynalazków doby nowożytnej.

Próżnia i elektrony

Telegrafia i telefonia stały się ważnymi kamieniami milowymi w historii elektroniki, ale szereg innych jeszcze wynalazków przyczy-

Historia elektroniki część 3

DAWNYCH WSPOMNIENI CZAR



Thomas Alva Edison

niło się znacznie do jej rozwoju. Choć początkowo ich związek z elektroniką wydawał się wąty, to ich rola okazała się później istotna.

Jeszcze na początku XIX wieku podstawowymi źródłami światła były lampy olejne i świece. Zaczęto wtedy wprowadzać oświetlenie gazowe, które było wydajniejsze. W wielu większych miastach instalowano wtedy gazowe oświetlenie uliczne, które niejednokrotnie przetrwało wiele lat.

Niedługo po odkryciu prądu elektrycznego zaczęły się próby użycia elektryczności do oświetlenia. Pierwszych uwiecznionych powodzeniem prób dokonał na samym początku XIX wieku wybitny angielski chemik i fizyk, Humphrey Bartholomew Davy. Przy pomocy dużej baterii i dwóch elektrod węglowych uzyskał bardzo jasne światło. Dowiódł w ten sposób możliwości wytwarzania światła elektrycznego, jednak jego ówczesna lampa nie nadawała się do praktycznego użytku.

Próby skonstruowania elektrycznej lampy żarowej, czyli żarówki, zajęły dużo czasu i wysiłku. Żarzący się przewodnik wytwarzał jasne światło w tak wysokiej temperaturze, że niemal natychmiast ulegał utlenieniu. Powstała potrzeba wykonania szklanej osłony i wypompowania z niej powietrza, a ani jedno ani drugie nie było łatwe. Wynalazek rtęciowej pompy próżniowej w 1865 roku umożliwił otrzymanie próżni, ale trzeba było jeszcze znaleźć sposób opróżnienia i zatopienia balonika. Materiał żarnika miał bardzo wielkie znaczenie, od niego bowiem zależała jasność i trwałość żarówki. Spośród wielu ludzi, którzy poszukiwali tego materiału, najważniejszymi okazali się dwaj, Amerykanin Thomas Alva Edison i Anglik Joseph Wilson Swan.

Edison, pomimo że był samoukiem (uczęszczał do szkoły jedynie przez 3 miesiące), był najpłodniejszym chyba wynalazcą

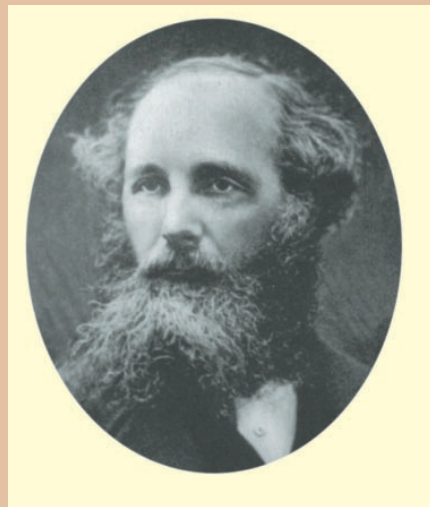
wszechczasów (uzyskał 1093 patenty). Udoskonalił między innymi telefon Bella przez zastosowanie cewki indukcyjnej i mikrofonu węglowego, oraz wynalazł fonograf i skonstruował żarówkę z żarnikiem ze zwęglonego włókna bawełnianego. Żywotność tej żarówki początkowo wynosiła dwa dni. Jednak dalsze usprawnienia umożliwiły zwiększenie jej trwałości i wkrótce Edison mógł rozpocząć produkcję żarówek.

Swan był chemikiem i fizykiem, który dokonał szeregu wynalazków z dziedziny procesów fotochemicznych dla fotografii i niezależnie od Edisona skonstruował żarówkę z trwalszym żarnikiem z włókna węglowego.

Dla zapewnienia energii do oświetlania biur i mieszkań potrzebna była energia elektryczna. Edison skonstruował i uruchomił w swoim laboratorium pierwszą elektrownię, do oświetlania sąsiedniej ulicy. Dzięki powodzeniu tego przedsięwzięcia w roku 1886 działało już w USA ponad 60 małych lokalnych elektrowni.

Wadą pierwszych żarówek było pokrywanie się wewnętrznej powierzchni balonika ciemnym nalotem. W trakcie eksperymentów, mających na celu eliminację tego efektu, Edison odkrył nowe zjawisko. Pomiędzy elektrodą wtopioną w balonik żarówki a dodatnim biegunem jej żarnika, pomimo próżni przepływał prąd. Odkrycie to nie miało żadnego znaczenia dla żarówek, ale ogromne dla dalszego rozwoju elektroniki.

W drugiej połowie XIX wieku pojawiły się już pierwsze praktyczne zastosowania elektrotechniki. Telegraf, telefon i inne odkrycia związane z elektrycznością, wykazały światu jej przydatność. Były to jednak dopiero pierwsze stopnie wtajemniczenia, prowadzące do następnych odkryć, zasadniczych dla po-



James Clerk Maxwell



Heinrich Rudolf Hertz

wstania właściwej elektroniki. Ogromne znaczenie miało odkrycie fal radiowych oraz wynalazki urządzeń do generacji sygnałów, ich nadawania i odbioru. Wynalezienie lampy elektronowej można chyba uznać za narodziny właściwej elektroniki. Najpierw jednak trzeba się cofnąć do wynalezienia radia i pierwszych kroków w tej nowej dziedzinie.

Równania Maxwella

Znakomity fizyk angielski James Clerk Maxwell, profesor Kings College w Londynie, a następnie twórca Cavendish Laboratory i profesor uniwersytetu w Cambridge, w roku 1864 na podstawie wyników badań Faradaya sformułował równania ilościowo opisujące pole elektromagnetyczne. Te równania różniczkowe, o fundamentalnym znaczeniu dla fizyki, powszechnie zwane równaniami Maxwella, stały się potem punktem wyjścia do sformułowania teorii względności. W rok później Maxwell przedstawił jednolitą koncepcję fal elektromagnetycznych, uwzględniającą elektromagnetyczną naturę światła. Maxwell był jednak teoretykiem i nie potrafił przedstawić doświadczalnego uzasadnienia swojej teorii.

Doświadczenia takie wykonał dopiero niemiecki fizyk, Heinrich Rudolf Hertz, profesor politechniki w Karlsruhe i uniwersytetu w Bonn. Za pomocą skonstruowanego przez siebie oscylatora wytwarzał i wysyłał fale radiowe oraz potrafił je odbierać. Badał właściwości wytwarzanych fal, sprawdzając ich odbicie i załamanie. Wykazał, że ich charakter i szybkość są takie same jak światła.

c. d. w EdW 4/96

Narodziny radia

Doświadczenia Hertza zafascynowały młodego i zdolnego człowieka, Guglielmo Marconiego. Pochodził on z zamożnej włoskiej rodziny z Bolonii. Kształcony był tylko w domu i nie zdołał zdać wstępnych egzaminów na studia. Przyjaciel rodziny, profesor Righi, wykładający na uniwersytecie w Bolonii, pobudził zainteresowania naukowe młodzieńca podsuwając mu lekturę i udostępniając swoje wykłady i laboratorium. Marconi okazał się bardzo zdolnym, obdarzonym wielką intuicją eksperymentatorem. Skonstruował opisany przez Hertza nadajnik iskrowy i drogą doświadczeń i ulepszeń w krótkim czasie doprowadził do przedłużenia zasięgu systemu doświadczonego z kilku metrów do kilku kilometrów. Gdy próby zainteresowania telegraficzną łącznością radiową włoskiego Ministerstwa Poczty speliły na niczym, Marconi przy pomocy swoich rodzinnych kontaktów zorganizował szereg pokazów dla poczty brytyjskiej. Jego idea spotkała się z wielkim zainteresowaniem, ale nie spieszo się z zawarciem z nim kontraktu. Nie zrażony tym Marconi dalej prowadził swoje doświadczenia. Jego pokazy nabrały na tyle rozgłosu, że w 1897 zdecydował się założyć własne przedsiębiorstwo, Wireless Telegraph and Signal Company Ltd., co umożliwiło mu zaciągnięcie kredytu na koszty dalszych eksperymentów. W 1899 uzyskał łączność z Francją ponad kanałem la Manche i rozpoczął doświadczenia z morską łącznością radiową. Instalowanie urządzeń do łączności radiowej ze statkami zaczęło przynosić dochód, a nieustrudzony wynalazca postanowił zmierzyć się ze swoim największym wyzwaniem, łącznością transatlantycką. Wybudował w tym celu stację w Poldhu w Kornwalii i w Cape Cod w Massachusetts w USA, a potem w Nowej Fundlandii i w Kanadzie. Po szeregu niepowodzeń, gdy silne wiatry niszczyły wybudowane przez niego anteny, w roku 1901 Marconi uzyskał pierwsze połączenie przez Atlantyk. Od tego czasu notuje się bardzo szybki wzrost liczby instalowanych radiostacji. W roku 1909 Marconi, wspólnie z Karlem Ferdinandem Braunem, otrzymał nagrodę Nobla.

Narodziny lampy elektronowej

Rozwój radiokomunikacji był jednak ograniczony mocą nadawanych sygnałów. Dalszy postęp był możliwy dopiero po zastosowaniu nowych wynalazków. Najważniejszym z nich

okazała się lampa elektronowa. Profesor Guthrie w roku 1873 stwierdził przepływ prądu przez próżnię a potem Edison podczas prób nad udoskonaleniem żarówki odkrył, że pomiędzy żarzącym się żarnikiem żarówki a umieszczoną w baloniku dodatkową elektrodą przepływa prąd, ale tylko w jednym kierunku. Doświadczenia z efektem zaobserwowanym przez Edisona podjął John Ambrose Fleming, profesor University College w Londynie, który skonstruował i opatentował w roku 1904 pierwszą diodę, po czym wpadł później na pomysł zastosowania jej w radiodiodobiorniku Marconiego zamiast koherera. Tak powstał detektor diodowy, pierwsze zastosowanie lampy z żarzoną katodą w radiotechnice. Z diodą próżniową jeszcze przez jakiś czas współzawodniczył pierwszy półprzewodnikowy detektor ostrzowy z kryształkiem galeny, z powodu swojej niewspółmiernie niskiej ceny. Pałeczkę sztafety wynalazków w elektronice przejął następnie Amerykanin Lee de Forest. W efekcie jego eksperymentów z diodą Fleminga, czynionych celem ulepszenia jej własności detekcyjnych, w roku 1907 skonstruował trójelektrodową lampę elektronową, czyli triodę, którą nazwał audionem. Trzecia elektroda była umieszczoną pomiędzy katodą i anodą siatką z cienkiego drutu. Potencjał tej siatki decydował o natężeniu strumienia elektronów, płynącego od katody do anody. Dopiero jednak w roku 1911 skonstruowano pierwsze wzmacniacze lampowe, które zaczęto stosować w telefonii. Wzmacniacze te umożliwiły powstanie dalekodystansowej telefonii.

Austriak Aleksander Meissner wynalazł w roku 1913 lampowy generator drgań elektrycznych, którego układ do dzisiaj jest nazywany generatorem Meissnera. Swoimi pracami położył on podwaliny techniki odbioru radiowego konstruując pierwszy odbiornik superheterodynowy.

Zainteresowanie lampami elektronowymi zaczęło szybko rosnać. W wielu ośrodkach pracowano nad ich udoskonaleniem. Próby zastąpienia próżni w lampie "odpowiednim" gazem szybko okazały się nieporozumieniem, jak to wykazał amerykański laureat nagrody Nobla Irving Langmuir. Wkrótce też udoskonalono żarzone katody lamp, pokrywając je materiałem zwiększającym emisję elektronów, co pozwoliło na obniżenie ich temperatury, a zatem zwiększenie trwałości.

Era lamp elektronowych

Próby zastosowania audionu do wy-

ższych częstotliwości napotkały na trudności z powodu łatwości wzbudzania się oscylacji. Okazało się, że główną tego przyczyną jest stosunkowo duża pojemność elektryczna pomiędzy siatką a anodą. Angielski inżynier H. J. Round próbował temu zaradzić umieszczając wyprowadzenie anody na drugim końcu balonika lampy. Dopiero jednak kilka lat później, w roku 1919, szwajcarski fizyk Walter Schottky wynalazł lampę dwusiatkową, tetrodę, dającą się z powodzeniem stosować do wzmacniania wyższych częstotliwości. Druga siatka, tzw. siatka ekranująca, również spolaryzowana dodatnio tak jak anoda, w znacznym stopniu zmniejszała pojemność pomiędzy siatką sterującą a anodą. W niedługim czasie, w roku 1926, dzięki pracom G. Jobsta i B. Tellegena powstała dojrzała konstrukcja lampy wielosiatkowej, pentoda, która otrzymała jeszcze jedną siatkę, siatkę hamującą. Została ona wprowadzona w przestrzeń pomiędzy siatką ekranującą a anodą w celu eliminacji szkodliwego wpływu siatki ekranującej na anodę.

Dalsze prace nad usprawnieniem działania katody doprowadziły do oddzielenia funkcji żarzenia od funkcji emisji elektronów i powstania katody pośrednio żarzonej. Odizolowane od katod grzejniki wszystkich lamp wzmacniacza można było bez szkody dla jego działania połączyć ze sobą w jeden obwód i zasilać prądem zmiennym z transformatora zamiast z kosztownych w eksploatacji baterii.

Lampy były początkowo bardzo drogie, ale taniały w miarę usprawniania technologii i wzrostu produkcji. Wkrótce podzieliły się na rodzaje. Jedną grupę stanowiły oszczędnościowe z konieczności, z bezpośrednio żarzonymi katodami i do niższych napięć anodowych lampy tzw. bateryjne do przenośnych zastosowań odbiorczych, o napięciu żarzenia 2V, a potem 1,2V. Drugą grupę tworzyły tzw. sieciowe lampy odbiorcze, o napięciu żarzenia początkowo 4V, a potem 6,3V, albo do żarzenia w obwodach szeregowych prądem 200, 100 lub 50mA. Trzecią grupę stanowiły lampy nadawcze, ze względu na swoje przeznaczenie, wyższej mocy.

Przed drugą wojną światową wytworzyły się dwa wyraźnie różne standardy lamp elektronowych, amerykański i europejski. Po wojnie powstał już jeden standard światowy. Pierwsze lampy były stosunkowo duże, szklane, z cokołami z tworzywa sztucznego. Potem powstały lampy w balonikach stalowych (zupełnie innych w Europie i w USA), a potem już po wojnie, zminiaturyzowane, z co-

DAWNYCH WSPOMNIENÍ CZAR

kołem szklanym.

Lampy elektronopromieniowe

Drugą ważną dziedziną zastosowania lamp elektronowych poza telegrafią i telefonią stała się elektroniczna obróbka i przesyłanie obrazu. Podstawowym przyrządem tej techniki była lampa elektronopromienna, której pierwowzoru można by się doszukiwać w lampie skonstruowanej w roku 1897 przez Niemieckiego fizyka, Karla Ferdinanda Brauna. Joseph John Thomson, angielski fizyk, odkrywca elektronu (nagroda Nobla w roku 1906) dowiódł, że promieniowanie wysyłane przez rozżarzoną katodę w lampie elektronowej jest wiązką elektronów.

Pionierem w dziedzinie elektrycznego tworzenia obrazów był niemiecki konstruktor Paul Nipkow, który w roku 1884 zaproponował pierwszy prymitywny, ale dający się praktycznie zrealizować sposób mechanicznej analizy i syntezy przesyłanego drogą elektryczną ruchomego obrazu. Rosjanin, Borys L. Rozing, w roku 1907 otrzymał zarysy elektronicznego obrazu. Natomiast pracujący w USA rosyjski wynalazca Władimir Kosma Zworykin opatentował w roku 1923 pierwszą lampę do elektronicznej analizy obrazu optycznego i jego zamiany na sygnał elektryczny. Lampę tę nazwał ikonoskopem. Za konstruktora pierwszego systemu telewizyjnego można uznać Anglika Johna Logie Bairda, który skonstruował telewizor w roku 1925, a w roku 1928 przesłał obraz telewizyjny przez Atlantyk.

Lampy elektronopromienne znalazły zastosowanie w oscyloskopach do wizualnego przedstawiania przebiegów elektrycznych. Okazały się bardzo przydatne w radarach, które szybko rozwinęły się w czasie wojny. Emisja eksperymentalnych programów telewizyjnych na szerszą skalę rozpoczęła się pod koniec lat 30-ych w USA i w Europie. Eksperymentalną Stację Telewizyjną uruchomiono także w Warszawie w roku 1937, jej antena na wysokościowcu przy ówczesnym placu Napoleona była widoczna z daleka. Po drugiej wojnie światowej telewizja, w której kluczową rolę odgrywają kineskopy z magnetycznym odchylaniem wiązki elektronów, najpierw czarno-biała a potem kolorowa, szybko opanowała świat. Do odbioru kolorowego obrazu telewizyjnego powszechne zastosowanie znalazł, opracowany w roku 1949 przez amerykańską firmę RCA, kineskop maskowy. W latach 50-tych, po wynalezieniu w roku 1948 tranzystora, zaczęła się era półprze-

wodników, a wraz nią stopniowy zanik lamp elektronowych.