

Michał Grabia*

Zasada działania technologii RFID

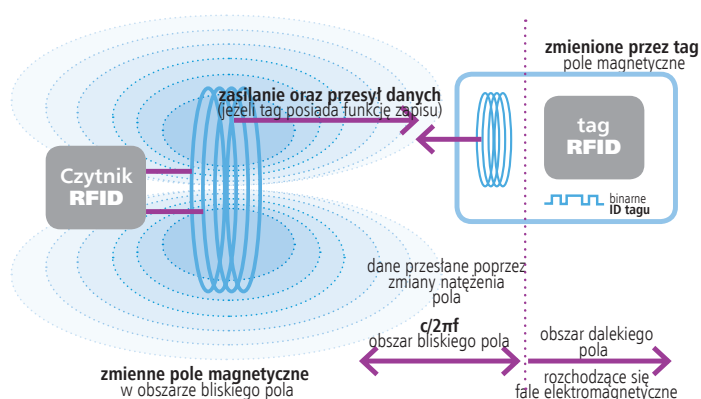
Trzeba zdać sobie sprawę z mnogości dostępnych rozwiązań RFID. Uwzględniając częstotliwość pracy tagów wyróżniamy zasadniczo następujące ich rodzaje:

- niskiej częstotliwości (10–500 kHz), układ bliskiego pola,
- wysokiej częstotliwości (10–15 MHz), układ bliskiego pola,
- ultra-wysokiej częstotliwości (860–960 MHz), układ dalekiego pola wykorzystujący modulowane rozpraszanie wsteczne,
- częstotliwości mikrofal (2,4–5,0 GHz), układ dalekiego pola wykorzystujący modulowane rozpraszanie wsteczne.

Tagi pasywne, działające na częstotliwości do 100 MHz, są zazwyczaj zasilane poprzez indukcję magnetyczną, zgodnie z tymi samymi prawami fizyki, jakie są stosowane w transformatorach energetycznych (tagi ze sprzężeniem indukcyjnym).

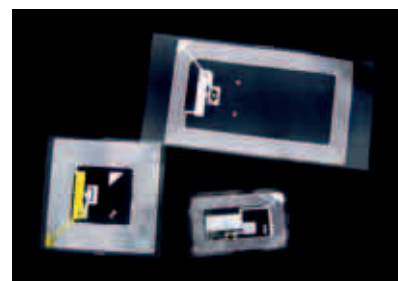
Prąd płynący w cewce anteny czytnika powoduje powstanie pola magnetycznego. Jeżeli więc przykładowy tag znajdzie się w obszarze ograniczonym liniami sił tego pola, to w cewce jego anteny nastąpi wyindukowanie się prądu, który naładuje kondensator i w efekcie dostarczy energii koniecznej do zasilenia jego elektroniki.

Informacja zawarta w tagu jest przesyłana do czytnika poprzez zasilanie (obciążenie) cewki tagu, zgodnie ze zmieniającym się odpowiednio w czasie wzorcem. W efekcie czego, antena (cewka) tagu powoduje powstanie modulowanego pola magnetycznego, które jest odbierane przez czytnik. Proces ten nazywany jest modulacją obciążenia (*load modulation*). Dane zawarte w tagu są przesyłane dzięki zmianie parametrów pola magnetycznego, które powoduje indukowanie się prądu w antenie czytnika (zmiana parametrów pola implikuje zmianę parametrów prądu) (rys.1).



Rys.1. Działanie tagów RFID o częstotliwości pracy <100MHz w obszarze bliskiego pola (źródło: Intel)

W obszarze dalekiego pola mamy natomiast do czynienia z falami rozchodzącymi się, które potocznie określane są jako fale radiowe. Granica



Fot. Albert Lozano

Dane zawarte w tagu są przesyłane dzięki zmianie parametrów pola magnetycznego, które powoduje indukowanie się prądu w antenie czytnika.

pola bliskiego i dalekiego dla sygnału o częstotliwości f odpowiada wartości $\frac{c}{2 \times \pi \times f}$ metrów.

c – prędkość światła = 300000000 m/s

f – częstotliwość fali w Hz

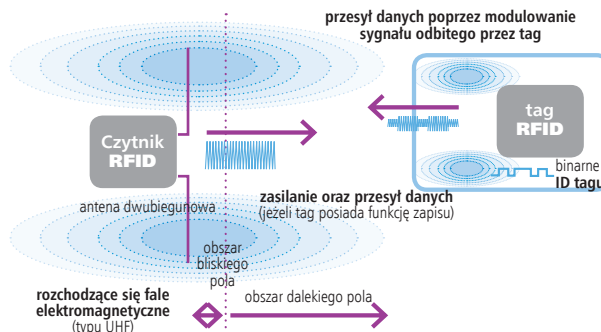
Dla fali o częstotliwości 13,56 MHz granica ta wynosi więc 3,6 m, natomiast dla sygnału UHF o częstotliwości 900 MHz wartość ta drastycznie spada do poziomu kilku centymetrów.

Należy zauważyć, że nawet mniejsza częstotliwość nie daje gwarancji odczytania tagu, nawet, jeżeli znajduje się on w odległości mniejszej lub równej wartości granicznej. Natężenie pola magnetycznego maleje wraz z odległością od źródła proporcjonalnie do wartości $\frac{1}{d^3}$, gdzie d stanowi odległość środka cewki anteny czytnika do tagu. Jeżeli natężenie jest zbyt małe, to niemożliwe staje się dostarczenie do tagu energii niezbędnej do zasilania jego elektroniki. Można rozwiązać ten problem poprzez zwiększenie rozmiarów geometrycznych cewki czytnika i tagu, ale ze względu na ograniczenia wynikające ze sfery użytkowej, rozwiązanie to praktycznie nie przynosi większych rezultatów. W przypadku systemów działających przy częstotliwości 13,56 MHz, zasięg działania ogranicza się do maksymalnie 30 cm. Czyli znacznie mniej niż wyliczona wartość graniczna obszaru bliskiego pola, w ramach którego tag teoretycznie powinien funkcjonować.

Zupełnie inna sytuacja ma miejsce, jeżeli weźmiemy pod uwagę wyższe częstotliwości (>100 MHz). Tagi wysokiej częstotliwości działają podobnie jak dawne radia krystalikowe, które nie potrzebowały do swojego działania baterii, gdyż były w stanie pobrać niezbędną energię z odbieranego sygnału.

W obszarze dalekiego pola działanie tagów opiera się na innych zasadach, określanych mianem przechwytywania fali elektromagnetycznej (*electromagnetic capture*). Technika ta wykorzystuje fale elektromagnetyczne, rozchodzące się od anteny czytnika, w celu zapewnienia zasilania układowi elektronicznemu tagu i w efekcie jego zadziałania. W odróżnieniu od tagów niższej częstotliwości, energia w tym przypadku pobierana jest z pola elektrycznego a nie magnetycznego. Pobranie energii odbywa się w sposób podobny jak w przypadku systemów bliskiego pola, ale w tym przypadku wykorzystywane jest sprzężenie pojemnościowe a nie indukcyjne. Ze względu na większą odległość pomiędzy tagiem a anteną czytnika, dane nie mogą być przesłane do czytnika za pomocą modulacji obciążenia. W tym celu wykorzystywane jest zjawisko rozproszenia wstecznego fali radiowej. Układ elektroniczny tagu zmienia impedancję anteny zgod-

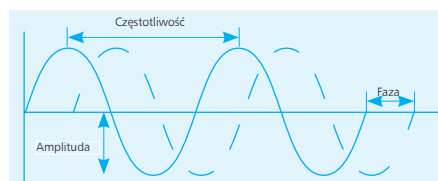
nie z zakodowanym wzorcem i odbija część fali z powrotem w kierunku czytnika. Czytnik odbiera falę i na podstawie wzorca odbić odczytuje informację (rys.2).



Rys.2. Działanie tagów RFID o częstotliwości pracy >100MHz w obszarze dalekiego pola (źródło: Intel)

Podobnie jak w przypadku bliskiego pola również i tutaj należy zauważyć, iż nie ma gwarancji odczytania tagu nawet, jeżeli znajduje się on w stosunkowo małej odległości. Natężenie pola elektrycznego maleje wraz z odległością od źródła proporcjonalnie do wartości $\frac{1}{d^2}$, gdzie d stanowi odległość środka cewki anteny czytnika do tagu. Jednocześnie natężenia sygnału odbitego i skierowanego w stronę czytnika również jest poddane temu samemu prawu. W efekcie można powiedzieć, że natężenie pola elektrycznego jest odwrotnie proporcjonalne do czwartej potęgi odległości pomiędzy tagiem a czytnikiem. Mimo tej sytuacji, obecnie udaje się skutecznie odczytywać tagi tego typu na odległość dochodzącą nawet do 10m.

Fale i ich modulacja



Modulacja to samorzutna lub celowa zmiana parametrów fali. Przykładem może być modulowany dźwięk syreny alarmowej, w którym zmienia się częstotliwość generowanego przez syrenę dźwięku. Częstotliwość zmian wywołanych modulacją jest dużo mniejsza od częstotliwości fali. Jeżeli modulowane są fale sinusoidalne, to proces ten może powodować zmiany amplitudy, częstotliwości lub fazy drgań. W przypadku fal prostokątnych (często stosowanych w technice cyfrowej), procesowi modulacji podlega szerokość, amplituda, pozycja (układ) oraz gęstość impulsów.



Zasadniczo, w przypadku technologii RFID, stosuje się trzy podstawowe techniki modulacji:

- modulację amplitudy AM (*Amplitude Modulation*) – najczęściej stosowaną w przypadku tagów bliskiego pola ze sprzężeniem indukcyjnym (działających na częstotliwości $<100\text{MHz}$)
- modulację częstotliwości FM (*Frequency Modulation*)
- Modulacja fazy PM (*Phase Modulation*) – najczęściej stosowaną w przypadku tagów dalekiego pola ze sprzężeniem pojemnościowym z rozpraszaniem wstecznym (działających na częstotliwości $>100\text{MHz}$). Pod pojęciem rozpraszania wstecznego rozumiemy odbicie fali w kierunku jej źródła.

Przedstawione omówienie nie dotyczy wszystkich rodzajów dostępnych tagów. W zależności od producenta stosowane są różne sposoby modulacji sygnału, różne częstotliwości oraz rodzaje fal (fale ciągłe, pulsujące itd.). Za każdym razem jednak, fizyczne zasady, na podstawie których odbywa się komunikacja pomiędzy czytnikiem i tagiem, są takie same jak powyżej. Należy również pamiętać, że w środowisku naturalnym nie występuje osobno pole elektryczne oraz magnetyczne. Zawsze

mamy do czynienia z obiema składowymi, czyli mówimy o polu elektromagnetycznym.

Indukcja elektromagnetyczna – zjawisko powstawania siły elektromotorycznej w przewodniku, pod wpływem zmiennego pola magnetycznego, lub ruchu przewodnika w polu magnetycznym, odkryte w 1831 roku przez angielskiego fizyka Michaela Faradaya. Indukcja elektromagnetyczna jest obecnie podstawową metodą wytwarzania prądu elektrycznego oraz podstawą działania wielu urządzeń elektrycznych np: prądnic, alternatorów, generatorów w elektrowniach, transformatorów, pieców indukcyjnych, silników elektrycznych asynchronicznych i mierników indukcyjnych, cewek, głowic elektromagnetycznych.

Impedancja (moduł impedancji) – opór całkowity (ozn. Z). To wielkość opisująca elementy w obwodach prądu przemiennego. Impedancja jest rozszerzeniem pojęcia rezystancja z obwodów elektrycznych prądu stałego, umożliwia rozszerzenie prawa Ohma na obwody prądu przemiennego.

*Dr inż. Michał Grabia jest specjalistą w Laboratorium Technologii Identyfikacyjnych w Instytucie Logistyki i Magazynowania.