



# Moduł Wi-Fi HF-A11

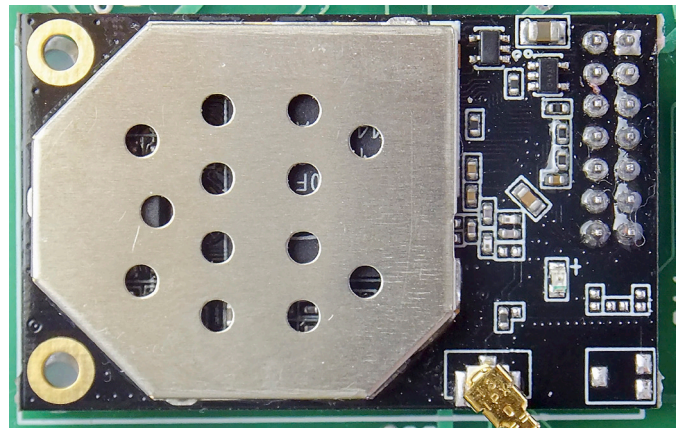
**Radiowy interfejs Wi-Fi umożliwia urządzeniom dostęp do usług sieciowych. Stacjonarny komputer PC można włączyć do sieci przez standardowy interfejs Ethernet. Ma on wiele zalet: duża prędkość transmisji, niezawodność i odporność na zaburzenia elektromagnetyczne. Jednak trudno sobie wyobrazić korzystanie z tabletu czy smartfona dołączonego do Internetu grubym kablem zakończonym wtyczką RJ45. Domowy router Wi-Fi umożliwia stworzenie domowej sieci praktycznie bez żadnych nakładów, a otwarte punkty dostępu (hot spot) w miejscach publicznych mają wielu użytkowników.**

Interfejs Wi-Fi jest coraz chętniej stosowany w wielu – dawniej nietypowych – zastosowaniach. Na przykład, w aparatach fotograficznych jest on używany do przesyłania zdjęć i sterowania funkcjami aparatu. Modne ostatnio małe drony z miniaturowymi kamerami przesyłają poprzez Wi-Fi obraz do smartfona i są przez niego sterowane.



Specyfikacja interfejsu, oraz olbrzymia popularność spowodowały, że powstają rozwiązania przeznaczone dla układów sterowania (embedded) lub coraz bardziej popularnych aplikacji IoT. Jednym z takich rozwiązań jest pokazany na **fotografii 1** moduł HF-A11 produkowany przez chińską firmę Shanghai High – Flying Technology Co. HF-A11 ma wymiary 25 mm×40 mm. Przy jednej z krawędzi płytki drukowanej umieszczono dwurzędowe złącze – 14 goldpinów do dołączenia zasilania i interfejsów komunikacyjnych. Funkcje wyprowadzeń opisano w **tabeli 1**.

Już z opisu wyprowadzeń można wywnioskować, że moduł ma wbudowane: interfejs szeregowy UART, sieciowego Ethernet i linie portu GPIO. Ponieważ jest to też moduł Wi-Fi, to ma też kompletny tor radiowy z driverem i układem PHY (nadajnik, odbiornik). Schemat funkcjonalny pokazano na **rysunku 2**.



**Rysunek 1. Moduł Wi-Fi HF-A11**

mechanizm *dynamic rate shifting* umożliwia dynamiczną zmianę szybkości transmisji w zależności od stanu kanału transmisyjnego. Wraz ze wzrostem dystansu pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem (spadek poziomu sygnału), lub ze wzrostem poziomu zaburzeń prędkość przesyłania danych jest zmniejszana do 5,5; 2 lub 1 Mb/s.

Standard 802.11g jest rozwinięciem 802.11b i w założeniu ma zapewnić dużą prędkość transmisji przy odporności na zaburzenia, większy zasięg i pracę w paśmie 2,4 GHz. Znacząca różnica w prędkości wymusiła inne metody modulacji. Sieć radiowa 802.11b pracuje z modulacją CCK (*Complementary Code Keying*), a 802.11g z modulacją

## Wi-Fi

Sieci Wi-Fi najczęściej pracują z wykorzystaniem standardów IEEE 802.11 b/g/n. Najbardziej popularnym jest 802.11b umożliwiający wymianą danych z teoretyczną prędkością do 11 Mb/s. Wbudowany

Tabela 1. Funkcje wyprowadzeń modułu Wi-Fi HF-A11				
Nr wypr.	Opis funkcjonalny	Nazwa	Rodzaj wypr.	Uwagi
1	Masa	GND	Zasilanie	
2	Zasilanie	3.3V	Zasilanie	Wejście źródła zasilania +3,3 V/350 mA
3	Dane wysyłane UART	UART_TxD	Wyjście	Interfejs UART. Jeżeli UART nie jest skonfigurowany, to wyprowadzenia mogą być użyte jako GPIO.
	GPIO	GPIO3	Wejście/wyjście	
4	Dane odbierane UART	UART_RXD	Wejście	
	GPIO	GPIO4	Wejście/wyjście	
5	UART RTS	UART_RTS	Wyjście	
	GPIO	GPIO5	Wejście/wyjście	
6	UART CTS	UART_CTS	Wejście	
	GPIO	GPIO6	Wejście/wyjście	
7	Sygnał zerowania	Reset	Wejście	Aktywny poziom niski
8	Wskaźnik stanu Wi-Fi	nLink	Wyjście	„1” – dostępne połączenie Wi-Fi „0” – połączenie niedostępne
	GPIO	GPIO8	Wejście/wyjście	
9	Gotowość modułu	nReady	Wyjście	„0” – zakończenie procesu bootowania „1” – proces bootowania w toku
	GPIO	GPIO9	I/O	
10	Przywrócenie nastaw fabrycznych	nReload	Wejście	Przywrócenie nastaw fabrycznych przez wymuszenie poziomu niskiego, a potem wysokiego
	GPIO	GPIO10	Wejście/wyjście	
11	Interfejs Ethernet	PHY_RX+	Wejście	Interfejs Ethernet zasilany +1,8V
12	Interfejs Ethernet	PHY_RX-	Wejście	
13	Interfejs Ethernet	PHY_TX+	Wyjście	
14	Interfejs Ethernet	PHY_TX-	Wyjście	

OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*). Oczywiście, trudno oczekiwać w takiej sytuacji kompatybilności i moduł musi pracować w dwóch systemach wykorzystując mechanizm protekcji wykrywający i przełączający moduł na dany typ modulacji. Standard 802.11n pracuje z szybkościami 100, 250, 540 Mb/s w paśmie częstotliwości 2,4 lub 5,0 GHz. Osiągnięcie takich prędkości możliwe jest dzięki użyciu technologii *Multiple Input Multiple Output* (MIMO). Pasmo 2,4 GHz w standardzie 802.11b jest podzielone na 14 kanałów o szerokości 22 MHz każdy (tabela 2).

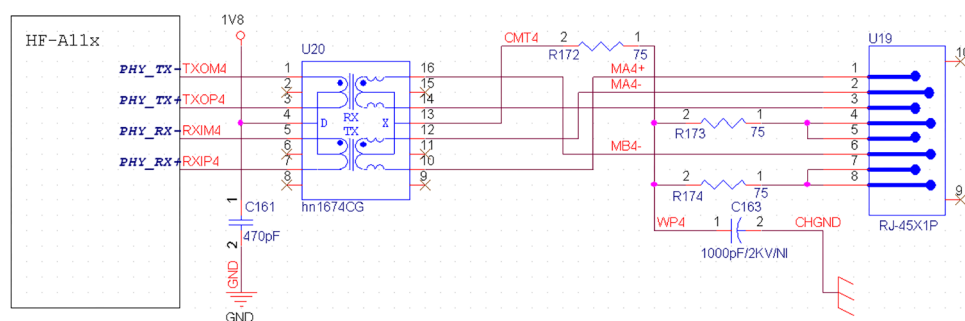
Część radiowa pracuje w zakresie 2,412...2,484 GHz i wymaga odpowiedniej anteny, by uzyskać żądany zasięg. Producent oferuje dwie opcje. Pierwsza z nich to antena zamontowana na płytce drukowanej modułu. Moduł musi być tak umieszczony, aby antena była oddalona od części metalowych lub elementów zakłócających. Zaleca się, aby elementy obudowy lub konstrukcyjne, w tym też z tworzywa sztucznego, były oddalone od anteny o minimum 10 milimetrów. Inną opcją jest zastosowanie anteny zewnętrznej na pasmo 2,4...2,5 GHz. Na płytce umieszczono gniazdo antenowe I-PEX pasujące do wtyków anten zewnętrznych standardu IEEE802.11. W testowanym module zastosowano takie rozwiązanie. W czasie prób uzyskałem zasięg porównywalny z zasięgiem domowych routerów Wi-Fi.

Niestety, sieć radiowa jest podatna na ataki hakierskie. W standardzie IEEE 802.11 do zabezpieczenia przewidziano mechanizm szyfrowania transmisji WEP zabezpieczający ją przed nieautoryzowanym podsłuchem i dostępem do sieci. Algorytm szyfrowania opiera się na kluczu o stałej długości 40, 64, 128, 152 lub 256 bitów. Długość klucza jest wybierana przez użytkownika, a sam klucz generowany na podstawie hasła. Co ważne, klucz nigdy nie jest przesyłany drogą radiową, ale zawsze tworzony lokalnie w każdym urządzeniu należącym do sieci w tym również w punkcie dostępu. Ma to znacznie utrudnić podsłuchanie przesyłanych, szyfrowanych danych. W praktyce WEP okazał się bardzo słabym zabezpieczeniem. Klucz nie jest zmieniany w całym czasie posługiwania się hasłem i na dodatek łatwo go złamać za pomocą ogólnie dostępnego oprogramowania. Sieci zabezpieczone WEP nie są uważane za bezpieczne.

Znacznie lepszym zabezpieczeniem jest mechanizm WPA. W trakcie przesyłania danych klucze szyfrujące są zmieniane dynamicznie, dzięki czemu znacznie trudniej odszyfrować przesyłane dane i włamać się do sieci. Autoryzacja w szyfrowaniu WPA może przebiegać na dwa sposoby. Pierwszy polega na łączeniu z serwerem autoryzacji (np. Radius). Drugi sposób wykorzystuje hasło użytkownika podobnie, jak WEP. Na jego podstawie jest tworzony klucz PSK. Mechanizm WPA jest obsługiwany przez coraz większą liczbę Acces Pointów, a sieć tak zabezpieczona jest uważana (póki co) za bezpieczną.

Kolejnym sposobem mającym za zadanie utrudnić życie hakerom jest blokowanie rozgłaszania SSID. Identyfikator SSID jest nazwą sieci, a wyłączenie jej rozgłaszania powoduje, że trudniej jest ją wykryć, ponieważ jej nazwa nie pojawi się na liście dostępnych sieci.

Problem bezpieczeństwa powoduje, że szuka się różnych metod zabezpieczania przed włamaniem. Z łatwych w użyciu jest mi znane



Rysunek 2. Przyłączenie modułu HF-A11 do sieci Ethernet za pomocą transformatora (źródło: dokumentacja)

Tabela 2. Podział pasma 802.11b na 14 kanałów

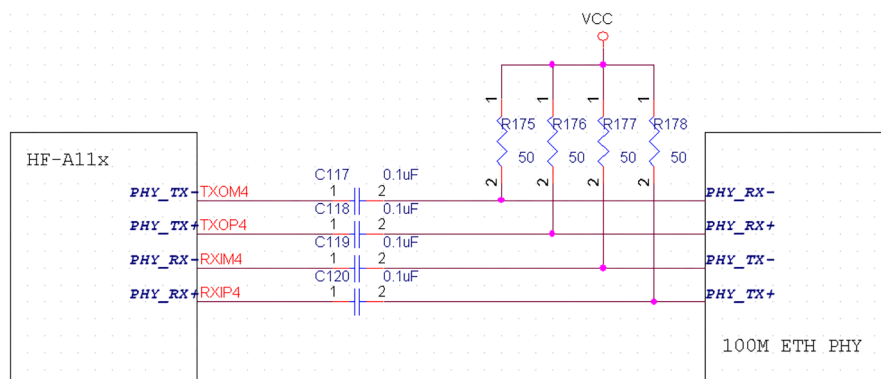
Kanał	Dolna częstotliwość kanału [GHz]	Środkowa częstotliwość kanału [GHz]	Górna częstotliwość kanału [GHz]
1	2,401	2,412	2,423
2	2,406	2,417	2,428
3	2,411	2,422	2,433
4	2,416	2,427	2,438
5	2,421	2,432	2,443
6	2,426	2,437	2,448
7	2,431	2,442	2,453
8	2,436	2,447	2,458
9	2,441	2,452	2,463
10	2,446	2,457	2,468
11	2,451	2,462	2,473
12	2,456	2,467	2,478
13	2,461	2,472	2,483
14	2,473	2,484	2,495

filtrowanie adresów MAC kart sieciowych. Zabezpieczenie kłopotliwe i mało skuteczne, bo łatwo można zmienić programowo adresy MAC. Dużo lepiej wyglądają zabezpieczenia definiowane w normie IEEE 802.11i. Wykorzystywany jest tam algorytm silnego szyfrowania AES z kluczami o długości 128, 192 lub 256 bitów oraz uwierzytelnienie EAP i protokół dynamicznej zmiany klucza TKIP. Ta norma nie jest kompatybilna z IEEE 802.11b, ale jest wspierana przez HF-A11.

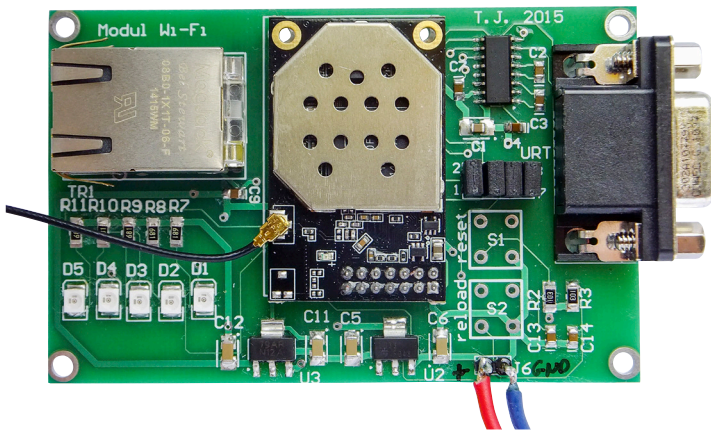
Moduł HF-A11 stosuje zabezpieczenia WEP, WPA-PSK, WPA2-PSK i WAPI. Do kodowania są używane klucze WEP64, WEP128, TKIP i AES.

## Interfejs Ethernet

HF-A11 można podłączyć do sieci Ethernet w dwu konfiguracjach sprzętowych: z transformatorem separującym lub bez niego. Warstwa sprzętowa interfejsu umożliwia transmisję z prędkością zgodnie ze standardem 10/100 Mbit/s. Najbardziej rozpowszechnionym



Rysunek 3. Przyłączenie modułu HF-A11 do sieci Ethernet bez użycia transformatora (źródło: dokumentacja)



Fotografia 4. Wygląd płytki ewaluacyjnej dla modułu HF-A11

sposobem dołączenia do sieci Ethernet jest zastosowanie transformatora i złącza RJ-45, jak pokazano na rysunku 2. W testowanym układzie ewaluacyjnym zastosowano popularny transformator 08B0-1X1T -06-F zintegrowany w jednej obudowie ze złączem RJ-45. Można też połączyć się bez transformatora, jak to pokazano na rysunku 3. Interfejs Ethernet jest domyślnie wyłączony, po to, aby obniżyć pobór mocy, gdy się z niego nie korzysta.

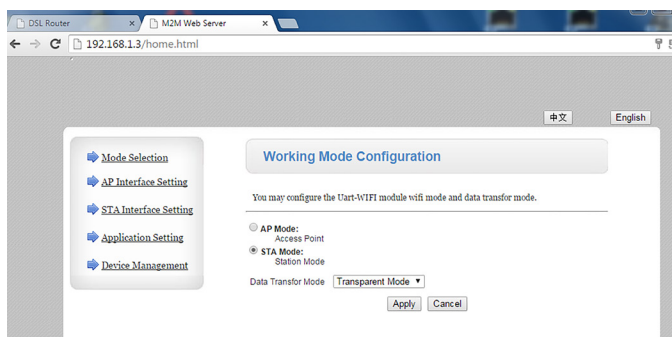
### Interfejs UART

Interfejs UART jest przeznaczony do przesyłania danych, konfiguracji modułu i sterowania jego pracą. Składa się z 4 linii: TxD, RxD, RTS i CTS i może pracować z prędkością z zakresu 1200...230400 b/s. Poziom logiczny wysoki na liniach interfejsu to +3,3 V, a niski około 0 V. Aby moduł można było połączyć do urządzeń zewnętrznych (na przykład do laptopa PC) poprzez RS-232, jest konieczne użycie konwertera MAX2323 lub podobnego.

### Moduł ewaluacyjny

Moduł HF-A11 jest wyposażony w złącze goldpinów i aby go przetestować, a potem używać w konkretnej aplikacji, trzeba go „obudować” dodatkowymi układami zasilania i interfejsów komunikacyjnych. W ofercie firmy Shanghai High Flying Electronics Technology jest dostępny moduł ewaluacyjny, ale trudno go kupić. Z tego powodu zaprojektowałem – pokazany na fotografii 4 – układ ewaluacyjny zawierający:

- Gniazdo do wlotowania HF-A11.
- Zasilacz dostarczający napięcie +3,3 V do zasilania modułu i +1,8 V do zasilania interfejsu Ethernet
- Układ interfejsu Ethernet z transformatorem, gniazdem RJ-45 i układem dopasowania.
- Układ Interfejsu RS-232 z konwerterem MAX2323 i gniazdem DSUB9.
- Przyciskami do zerowania modułu i przywracania nastaw fabrycznych.
- Diodami LED sygnalizującymi: gotowość modułu, połączenie Wi-Fi, napięcie na liniach RxD i TxD.



Rysunek 5. Strona główna konfiguracji modułu

Schemat modułu ewaluacyjnego i projekt płytki drukowanej można znaleźć w materiałach dodatkowych. Układ powinien być zasilony napięciem ok. +5 V. Wyższe napięcie zasilające przy poborze prądu rzędu 200...330 mA powodują mocne nagrzewanie się stabilizatora +3,3 V. Po zmontowaniu układ w zasadzie nie wymaga uruchomienia. Jedynie trzeba sprawdzić poprawność napięć zasilania +3,3 V i +1,8 V. Jeżeli napięcia są odpowiednie, to można wlotować HF-A11 i przystąpić do testów.

### Tryby pracy HF-A11

Moduł Wi-Fi może pracować w trybach: AP (Access Point), STA (Short for Station). Moduł pracujący w trybie AP jest węzłem głównym sieci o topologii gwiazdy. Taka topologia jest doskonale znana wszystkim użytkownikom domowych sieci Wi-Fi. W sieciach domowych funkcję urządzenia AP spełnia router z wbudowanym interfejsem Wi-Fi. Każdy komputer lub inne urządzenie w sieci komunikuje się z punktem dostępowym i przez niego przechodzi cała transmisja danych. Użytkownicy sieci nie mogą się komunikować się pomiędzy sobą bez pośrednictwa AP. Konfiguracja STA umożliwia łączenie się do sieci poprzez punkt dostępu. Każdemu z modułów router przydzieli indywidualny adres IP.

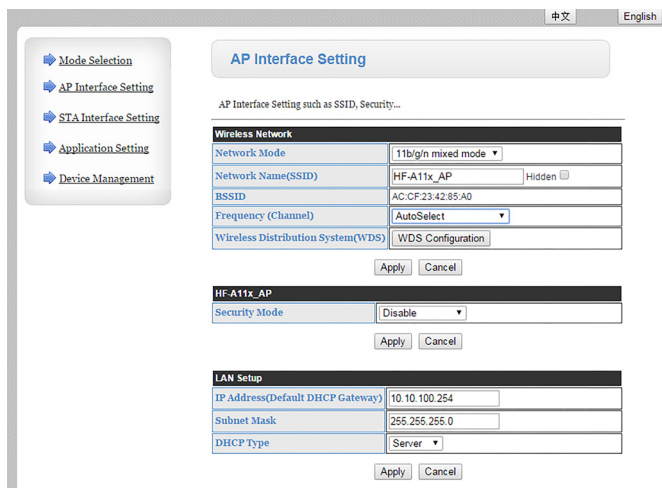
Moduł HF-A11 można tak skonfigurować, aby pełnił funkcję punktu dostępu, a kolejne moduły dołączane do tej sieci pracowały w trybie STA (klientów).

### Konfiguracja HF-A11

Moduł HF-A11 jest dość rozbudowany i ma spore możliwości konfiguracyjne. Konfiguracja jest możliwa przez wszystkie kanały transmisyjne: Wi-Fi, Ethernet i UART. Fabryczne, domyślne ustawienia wyłączają interfejs Ethernet. Dlatego, gdy włączamy moduł pierwszy raz, konfiguracja jest możliwa przez Wi-Fi lub UART.

Moduł Wi-Fi jest domyślnie skonfigurowany do pracy jako punkt dostępu AP. Po włączeniu modułu ewaluacyjnego z dołączoną anteną można zobaczyć na liście sieci domyślnie rozgłaszaną nazwę SSID HF-A11x\_AP. Po połączeniu się urządzenia STA z punktem dostępowym HF-A11x\_AP zaświeca się dioda D2 nLink. W tym momencie możemy się połączyć z serwerem www umożliwiającym konfigurację modułu. Konfiguracja przez strony www jest standardowym wyposażeniem każdego urządzenia typu router. Żeby się połączyć z serwerem wpisujemy w przeglądarce internetowej adres IP <http://10.10.100.254>. Na ekranie komputera zostanie wyświetlony monit o nazwę użytkownika i hasło dostępu. Po wpisaniu wartości domyślnych (admin, admin) i zostanie wyświetlona strona konfiguracji modułu, jak na rysunku 5.

Pierwsza zakładka od góry umożliwia wybór trybu pracy: AP lub STA (domyślnie – AP). W zakładce Data Transfer Mode wybiera się pracę z interfejsem UART (Transparent Mode) lub z liniami GPIO. Zakładka



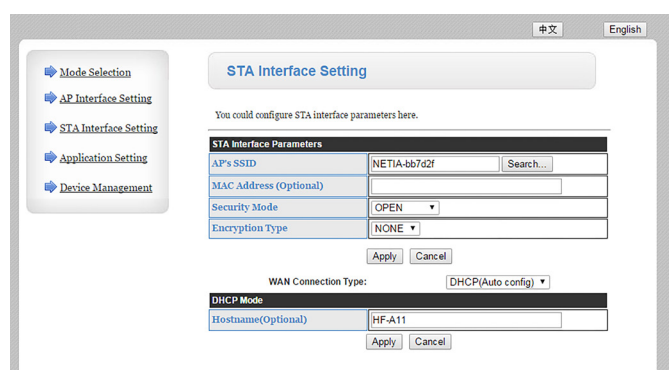
Rysunek 6. Konfiguracja punktu dostępowego Wi-Fi



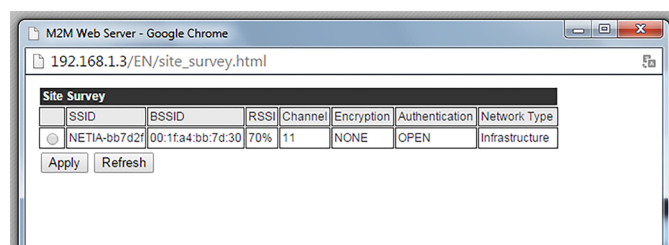
AP Interface Setting (rysunek 6) jest przeznaczona do konfigurowania modułu Wi-Fi pracującego jako punkt dostępowy Access Point:

- Okno **Network Mode** umożliwia wybór standardu Wi-Fi, na przykład, wszystkie tryby 802.11b/g/n, tylko 802.11b itp.
- Okno **Network Name (SSID)** umożliwia zmianę rozgłaszanej nazwy sieci SSID. Domyślnie jest to HF-A11x\_AP. Znaczenie opcji **Hidden** spowoduje ukrycie rozgłaszanej nazwy sieci.
- Okno **BSSiD** wyświetla adres MAC modułu.
- Okno **Frequency (Channel)** umożliwia wybranie konkretnego kanału radiowego Wi-Fi lub wybranie automatycznego wyboru tego kanału.
- Okno **Security Mode** umożliwia wybór rodzaju zabezpieczenia sieci Wi-Fi np. WEP, WPA-PSK itp. Domyślnie sieć nie jest zabezpieczona.
- W oknie **LAN Setup** ustawia się: adres IP serwera konfiguracji, maskę sieci, typ DHCP (*Server* lub *Disable*).

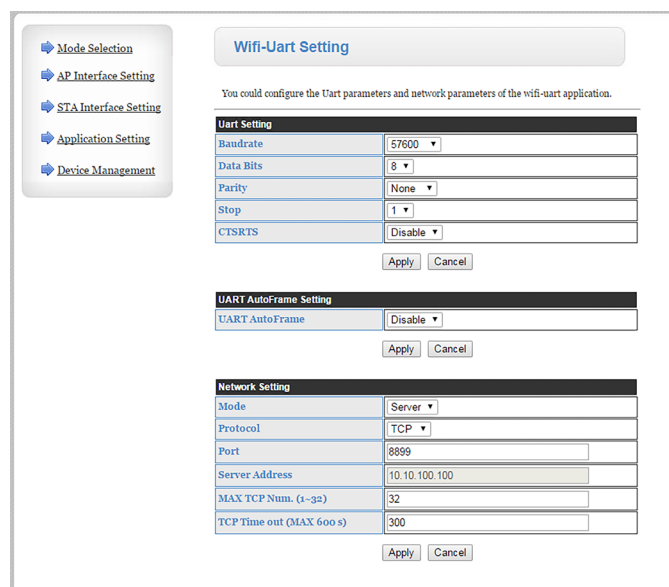
Jeżeli wybraliśmy tryb STA, to konfiguruje się go w zakładce **STA Interface Settings** (rysunek 7). Urządzenie STA w trakcie łączenia się do punktu dostępowego AP musi wybrać SSID naszej sieci i jeżeli sieć



Rysunek 7. Konfiguracja STA



Rysunek 8. Okno z nazwami SSID



Rysunek 9. Zakładka Application Setting służąca do konfigurowania połączenia Wi-Fi/UART

Tabela 3. Skrócony wykaz komend AT sterujących pracą modułu HF-A11

Komenda AT+	Opis
E	Włączenie/wyłączenie echa wysyłanych komend do konsoli/hosta
ENTM	Ustawienie trybu przezroczystego przesyłanych danych
NETP	Ustawienie/odczytanie parametrów protokołu sieciowego
UART	Ustawienie/odczytanie parametrów portu UART
UARTF	Włączenie/wyłączenie funkcji auto-frame UART
UARTFT	Ustawienie/odczytanie czasu wyzwalania auto-frame
UARTFL	Ustawienie/odczytanie długości wyzwalania auto-frame
TMODE	Ustawienie/odczytanie trybu transmisji danych
WMODE	Ustawienie/odczytanie trybu pracy Wi-Fi (AP lub STA)
WSKEY	Ustawienie/odczytanie parametrów zabezpieczenia sieci w trybie STA
WSSSID	Ustawienie/odczytanie nazwy SSID AP (np. routera) w trybie STA
WSLK	Ustawienie/odczytanie statusu połączenia (link) Wi-Fi w trybie STA
WEBU	Ustawienie/odczytanie parametrów logowania do strony WWW konfiguracji (login, hasło)
WAP	Ustawienie/odczytanie parametrów zabezpieczenia sieci w trybie AP
HIDESSID	Ustawienie/odczytanie ukrycia SSID w trybie AP
MSLP	Wprowadzenie trybu obniżonego napięcia (wyłączenie Wi-Fi)
WSCAN	Wyszukiwanie punktu dostępu w trybie STA
TCPLK	Sprawdzenie czy zostało nawiązane połączenie TCP
TCPDIS	Zamknięcie/otwarcie sesji TCP (tylko TCP klient)
WANN	Ustawienie/odczytanie ustawień WAN – tylko w trybie STA
LANN	Ustawienie/odczytanie ustawień LAN – tylko w trybie AP
DHCPDEN	Włączenie/wyłączenie funkcji serwera LAN DHCP
DHCPGW	Ustawienie/odczytanie adresu bramy DHCP
TCPTO	Ustawienie/odczytanie timeout TCP
MAXSK	Ustawienie/odczytanie maksymalnej liczby połączeń TCP
TCPB	Zamknięcie/uaktywnienie funkcji TCPB
TCPPTB	Ustawienie/odczytanie numeru portu TCPB
TCPADDB	Ustawienie/odczytanie adresu serwera TCPB
TCPTOB	Ustawienie/odczytanie timeout TCPB
TCPLKB	Odczytanie statusu połączenia (link) TCPB
EPHY	Włączenie interfejsu Ethernet (ETH)
STTC	Włączenie/wyłączenie skanowania portów w trybie STA
RELD	Odtworzenie ustawień fabrycznych
Z	Restart modułu
MID	Zapytanie o ID modułu
WRMID	Zapisanie ID modułu
VER	Zapytanie o wersję oprogramowania modułu
H	Pomoc
FVEW	Włączenie/wyłączenie trybu WANN
FVER	Ustawienie/odczytanie trybu pracy
WMAC	Ustawienie/odczytanie MAC adresu
PING	Komenda PING

jest zabezpieczona, podać klucz. W czasie przyłączania do AP klikamy na **Search** w oknie *AP's SSID*, co otwiera okno z listą odebranych sieci SSID (**rysunek 8**). Na liście zaznaczamy wybraną sieć (na rys. 7 jest tylko jedna sieć) i w oknie *AP's SSID* zostanie wyświetlona sieć, do której się dołączyliśmy. W oknie *Security Mode* podajemy rodzaj zabezpieczenia sieci: OPEN, SHARED, WPAPSK i WPA2PSK. Opcja *WAN Connection Type* jest przeznaczona do ustawienia automatycznego pobierania wolnego adresu IP w sieci lub wpisania adresu na stałe. Kolejna zakładka *Application Setting* jest przeznaczona do ustawiania parametrów interfejsu szeregowego UART oraz do konfigurowania ustawień sieciowych w czasie transmisji danych przesyłanych przez UART dalej połączeniem Wi-Fi (**rysunek 9**). Transmisja za pomocą interfejsu UART domyślnie odbywa się z prędkością 57600 bp/s (57600, 8, n, 1) z zablokowaną sprzętową kontrolą przepływu danych CTS/RTS. Dane mogą być dalej przesyłane protokołem TCP lub UDP (okno *Protocol*) w trybie serwera lub klienta (okno *Mode*). Okno *MAX TCP* określa maksymalną liczbę gniazd (*socket*) dla protokołu TCP. Ostatnią zakładką konfiguracyjną jest *Device Management* (**rysunek 10**). Można tu przede wszystkim zmienić nazwę użytkownika i hasło dostępu do strony z parametrami oraz wykonać programowe zerowanie modułu (*Restart Module*).

### Interfejs UART – tryby pracy

UART jest interfejsem komunikacyjnym spełniającym 2 funkcje: transmisji danych w aplikacji wykorzystującej HF-A11 lub jako interfejs konfiguracyjny.

Opisane możliwości konfiguracyjne z wykorzystaniem interfejsu Web są bardzo wygodne dla użytkownika, ale wyobraźmy sobie aplikację z mikrokontrolerem, w której zachodzi potrzeba zmiany

jakiegoś parametru przez program sterujący. Konfiguracja przez www jest wtedy zupełnie nieprzydatna. Żeby można było zmieniać ustawienia wprowadzono możliwość konfigurowania modułu za pomocą komend AT. Do połączenia w czasie testów użyjemy komputera ze interfejsem RS-232 i dowolnym programem konsoli znakowej. Komputer należy dołączyć kablem RS-232 DB9 do modułu ewaluacyjnego.

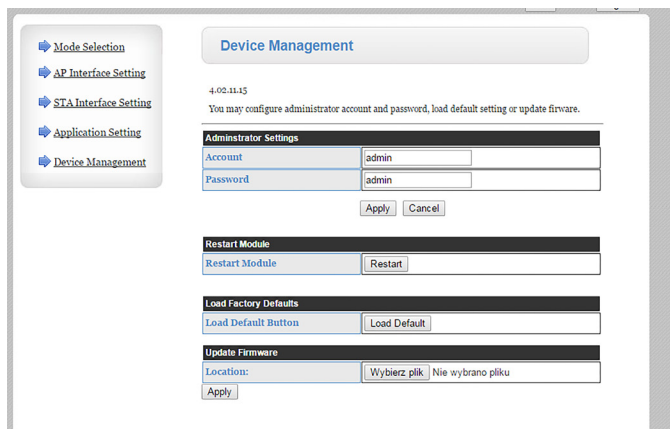
Domyślnie interfejs UART domyślnie pracuje w trybie transmisji przezroczystej. Wszystkie dane odebrane przez UART są przesyłane dalej przez Wi-Fi. Żeby wprowadzić moduł w tryb konfiguracji trzeba wpisać trzy znaki „+++”. Moduł odpowie znakiem „a”, który trzeba do niego ponownie wysłać. Jeżeli moduł odpowie „+ok” to znaczy, że przełączył się w tryb konfiguracji.

Moduł obsługuje spory zestaw komend AT. Można je sobie wyświetlić na terminalu po wpisaniu komendy AT+H. Format komend jest zgodny ze standardowymi komendami AT szeroko stosowanymi, na przykład, do obsługi i komunikacji z modemami GPRS. Komendy AT sterujące pracą modułu wymieniono w **tabeli 3**.

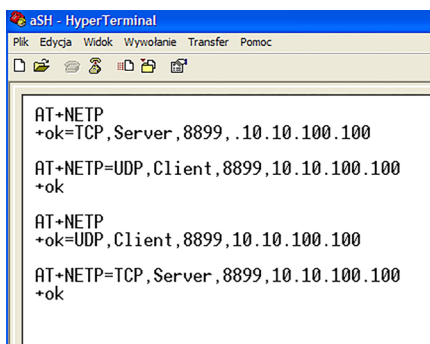
Kompletny opis wszystkich komend AT obsługiwanych przez HF-A11 można znaleźć w dokumentacji. Jako przykład opiszę dokładnie trzy wybrane komendy: NETP, UART i WMODE.

Komenda **AT+NETP** jest przeznaczona do odczytania lub ustawienia parametrów protokołu sieciowego. Po wpisaniu **AT+NETP** i wciśnięciu *Enter* moduł odsyła do terminala lub hosta (mikrokontrolera): rodzaj ustawionego protokołu (TCP lub UDP), funkcję w sieci (serwer lub klient), numer portu, IP serwera (jeśli moduł jest skonfigurowany jako klient). Domyślne ustawienia są następujące: protokół *TCP*, *Server*, port *8899*, adres *IP 10.10.100.100*. Teraz zmienimy protokół na UDP i włączymy tryb pracy jako klient. W tym celu wpisujemy komendę **AT+NETP=UDP, Client, 8899,10.10.100.100**. Prawidłowe odebranie komendy jest sygnalizowane przez moduł odpowiedzią „+ok”. Prawidłowość wysłanych zmian możemy stwierdzić przez ponowne wysłanie komendy **AT+NETP**. Na **rysunku 11** pokazano realizację komendy **NETP**.

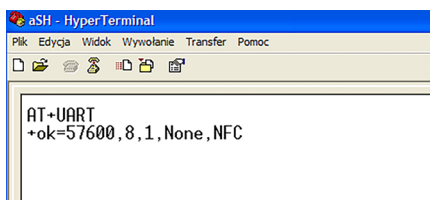
Komenda **AT+UART** jest przeznaczona do odczytywania i ustawiania parametrów transmisji porty szeregowego UART. Po wpisaniu **AT+UART** moduł odpowiada „+ok” i przesyła: prędkość transmisji



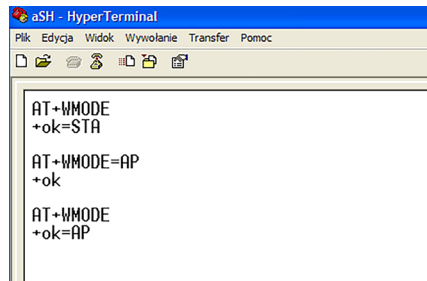
Rysunek 10. Zakładka Device Management



Rysunek 11. Realizacja komendy AT+NETP



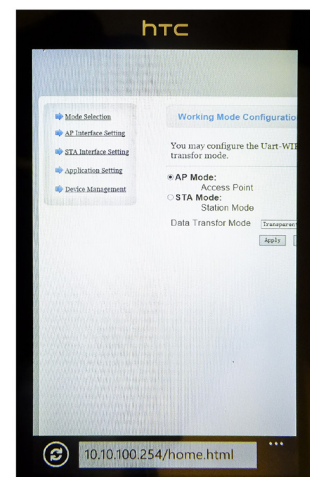
Rysunek 12. Odczytanie parametrów transmisji portu UART



Rysunek 13. Realizacja komendy AT+WMODE



Rysunek 14. Połączenie smartfona z modułem HF-A11



w bodach (od 1200 do 460800), liczba bitów w słowie danych (od 5 do 8), liczba bitów stopu (1 lub 2), parzystość, sterowanie przepływem danych (**rysunek 12**). Zmiana parametrów transmisji najczęściej skutkuje koniecznością zmiany parametrów po stronie terminala znakowego lub hosta. W przeciwnym razie komunikacja przez port UART nie będzie możliwa.

Komenda **AT+WMODE** jest przeznaczona do zmiany trybu pracy modułu Wi-Fi. Po wpisaniu **AT+WMODE** moduł przesyła aktualną konfigurację. Żeby je zmienić trzeba wpisać na przykład **AT+WMODE=AP**, kiedy moduł był ustawiony w trybie STA (**rysunek 13**).

## Testowanie połączenia modułu z siecią Wi-Fi

Testowanie modułu zaczniemy do sprawdzenia połączenia w konfiguracji punktu dostępowego AP. Punkt dostępowy rozgłasza swoją nazwę SSID, o ile nie został skonfigurowany, aby tę nazwę ukryć. Aby połączyć się z AP, będzie potrzebne urządzenie typu STA. Może to być laptop, tablet lub smartfon z interfejsem Wi-Fi lub inny moduł HF-A11 skonfigurowany do pracy w trybie STA. Najpierw trzeba połączyć urządzenie STA z punktem dostępu o nazwie HF-A11x\_AP, potem w przeglądarce np. smartfonu wybrać adres 10.10.100.254 i po otwarciu strony modułu można zmieniać ustawienia, jak to zostało pokazane na **rysunku 14**. Do testów skonfigurowałem sieć otwartą, ale w praktycznych zastosowaniach trzeba wybrać zabezpieczenie, najlepiej WPA2-PSK z „solidnym” hasłem dostępu.

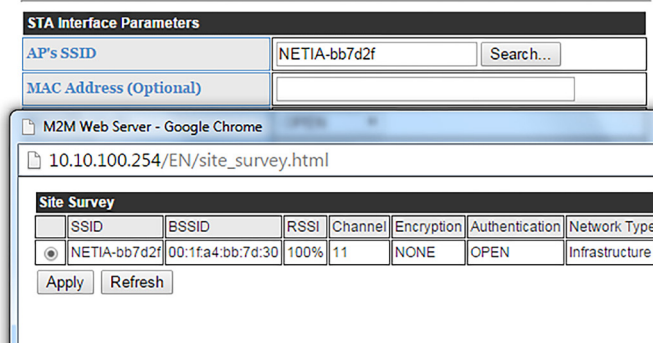
Teraz konfigurujemy HF-A11 jako STA i będziemy go łączyli z punktem dostępowym AP. Do tego celu wykorzystaliśmy jeden z modeli routera z funkcją Wi-Fi stosowany w roli routera ADSL w domowych sieciach z dostępem do Internetu. Moduł skonfigurowany jak STA połączyłem do komputera za pomocą Ethernetu i otworzyłem zakładkę *STA Interface Setting*. A okienku *AP's SSID* trzeba kliknąć na Search i z listy dostępnych SSID wybrać SSID naszego routera (**rysunek 15**). Po kliknięciu na Apply moduł HF-A11 łączy się z routerem i zaświeca się dioda *nLink* na module ewaluacyjnym. Router w swojej lokalnej sieci LAN nadaje modułowi numer IP i od tego momentu można łączyć się z modulem poprzez punkt dostępu.

Wykorzystywany w testach router również wykorzystuje serwer Web do konfigurowania i testowania. Po połączeniu się Ethernetem routera z komputerem można zobaczyć w oknie *Device Info* wykaz wszystkich urządzeń pracujących w sieci LAN (**rysunek 16**). Widać tu nasz moduł (hostname HF-A11) i komputer PC przyłączony do routera w celu otwarcia strony z konfiguracją. W sieci lokalnej nasz moduł ma teraz adres 192.168.1.3. Jeżeli połączymy się przez przeglądarkę internetową z tym adresem, to otworzy się strona konfiguracyjna HF-A11.

Jak już wspominałem, przesyłanie danych może się odbywać w trybie przezroczystym. Do takiej pracy nie potrzeba punktu dostępowego AP – moduły mogą „rozmawiać” bezpośrednio przesyłając dane przez szeregowe porty UART. Moduły tak skonfigurowane nie

### STA Interface Setting

You could configure STA interface parameters here.



**Rysunek 15. Wyszukiwanie sieci i połączenie z routerem**



**Rysunek 16. Wykaz komputerów w sieci LAN routera**

wymagają inicjalizowania przez dołączone do nich układy mikrokontrolerowe (hosty), bo konfiguracja jest zapamiętywana w pamięci nieulotnej.

Moduł po włączeniu zasilania próbuje połączyć się z siecią Wi-Fi z ustawionymi wcześniej parametrami: nazwą SSID, trybem zabezpieczeń, typem protokołu (TCP, UDP), rodzajem połączenia (serwer, klient), docelowy numer portu, oraz docelowy adres IP. Jeżeli w konfiguracji *Working Mode Configurations* ustawimy tryb pracy „transparent mode”, to dane wysyłane przez UART są przesyłane przez Wi-Fi bez żadnych zmian.

## Podsumowanie

Moduł HF-A11 zawiera kompletny tor Wi-Fi, interfejsy Ethernet (wymaga zewnętrznego transformatora i gniazda RJ45) i UART. Konfigurowanie poprzez stronę www i z użyciem komend AT pozwala użytkownikowi na elastyczne zmiany w działaniu modułu. Ciekawy jest tryb przezroczystego przesyłania danych, szczególnie przydatny tam, gdzie nie ma infrastruktury sieciowej. Niestety, w trakcie testowania miałem do dyspozycji tylko jeden moduł i nie mogłem sprawdzić konfiguracji i działania tego trybu pracy. Tam, gdzie przeprowadzenie testów było możliwe, moduł sprawował się przewidywalnie i stabilnie.

**Tomasz Jabłoński, EP**



Najpopularniejsze zestawy do samodzielnego montażu  
Pełna oferta dostępna na [www.sklep.avt.pl](http://www.sklep.avt.pl)

### AVT 1840 Włącznik 230V sterowany dowolnym pilotem

Układ zdalnie sterowanego włącznika pozwalający sterować pracą dowolnego odbiornika energii elektrycznej. Zasilany bezpośrednio z sieci, współpracuje praktycznie z dowolnym pilotem na podczerwień.



#### Wybrane parametry:

- umożliwiająca załączanie i wyłączenie dowolnego odbiornika energii elektrycznej
- współpracuje z prawie każdym pilotem
- niezwykle prosta i intuicyjna procedura nauki kodów pilota
- sygnalizacja stanu przy pomocy diody LED
- współpracuje z każdym rodzajem obciążenia: (zarówki, świetlówki, LED i inne)
- wyjście: przekaźnik 230 VAC / 8 A
- zasilanie: 230 VAC
- niewielkie wymiary: 75x31x20 mm



## Zdalne sterowanie

### AVT 5455 Zdalny włącznik dwukanałowy

System radiowy, który umożliwia zdalne załączanie dwóch odbiorników energii elektrycznej 230 V/5 A. Przełączniki mogą pracować w trybie bistabilnym lub impulsowym, co pozwala na sterowanie napędem bramy wjazdowej lub drzwi garażowych.



#### Wybrane parametry:

- sterowanie drogą radiową w paśmie 433 MHz
- 2 wyjścia przekaźnikowe o obciążalności: 230 VAC/5 A
- zasięg około 30 m
- praca bistabilna (włącz/wyłącz) lub monostabilna (impulsowa)
- zasilanie pilota: bateria LR23 12 V
- zasilanie odbiornika: 9...12 VAC lub 9...15 VDC, pobór prądu max: 120 mA
- wymiary płytek: 85x29 mm i 38x25 mm

