

Konfiguracja i działanie sieci ISBLE

Historia zmian	2
Wstęp	3
Zasada działania systemu	3
Wymagania sprzętowe	8
Konfiguracja Terminala ISBLE	8
Cel, opis	8
Rozkazy - konfiguracja terminala	9
Konfiguracja sieci ISBLE - dodawanie urządzeń	14
Cel, opis	14
Rozkazy - konfiguracja sieci	15
Działanie sieci ISBLE - tryb normalny	22
Tematy Terminala - Komendy dla terminala	23
Tematy Węzłów - Komendy dla węzłów	24

Historia zmian

Data	Autor	Opis
19.02.2019		Wersja v1.0
01.06.2019		Wersja v1.1
10.06.2019		Wersja v1.2
11.06.2019		1.3

Wstęp

Niniejsza specyfikacja ma na celu w ogólny sposób przedstawić ideę konfiguracji sieci ISBLE. Komentarze zawarte w klamrach “[” “] ” opisują w sposób dokładniejszy dany etap konfiguracji, opisując mechanizmy które z poziomu użytkownika nie są widoczne.

Zasada działania systemu

Sieć mesh składa się z wielu **nodów** i jednego **terminala**.

Terminal to brama sieci mesh na świat. Połączona jest z jednym lub wieloma nodami bluetooth od jednej strony, podczas gdy od drugiej strony przypięty jest do sieci poprzez przewodowy Ethernet lub Wifi. Chcąc skomunikować się z nodem musimy zawsze skorzystać z terminala.



Node. Element bluetooth który może wysyłać lub odbierać dane. Pośredniczy pomiędzy innymi nodami. Są dwa rodzaje nodów.

Zasilany bateryjnie:

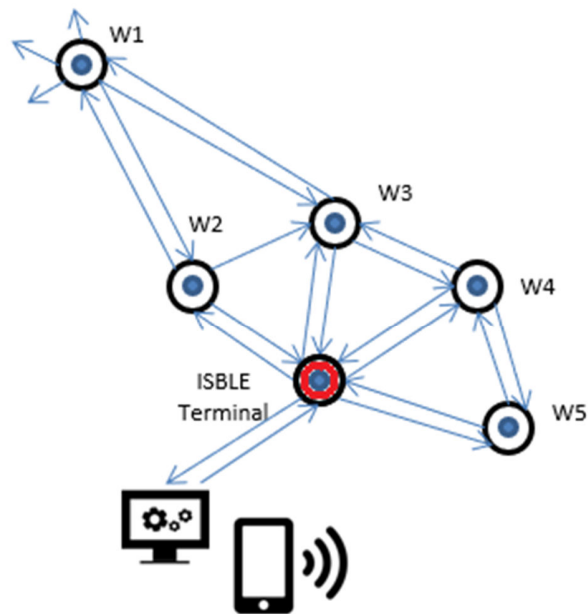


Zasilany z sieci 230V:



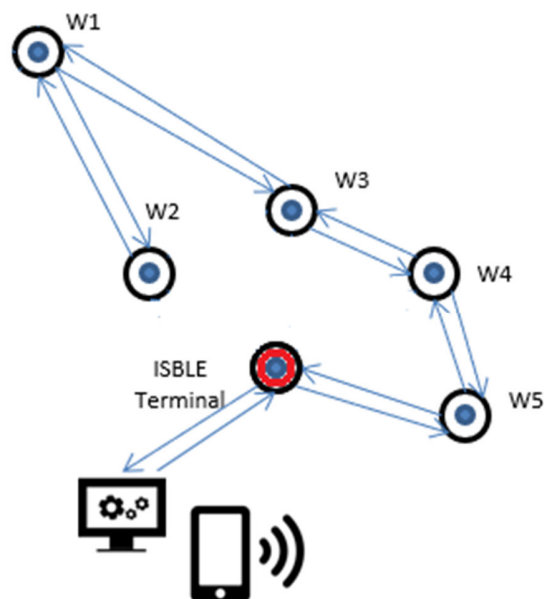
Jako nody w protokole Mesh oba typy zachowują się identycznie. Jedyna różnica to forma zasilania i inaczej podpięte linie GPIO. Na potrzeby dalszego opisu oba nody będą nierozróżniane, chyba, że opisany zostanie protokół sterowania jego zasobami.

Mając terminal i nody można stworzyć sieć mesh. Przykładowa sieć mesh:



Na czerwono zaznaczono terminal. Widać, że terminal łączy się z komórką za pomocą serwera pośredniczącego. Użytkownik poprzez ten server, a następnie poprzez terminal, łączy się z elementami W1..W5. Ważne jest to, że aby porozumieć się z nodem W1 informacja musi przejść przez nody W2 lub W3 lub ewentualnie W4 do W3 i dopiero wtedy do W1. Istotą sieci mesh jest właśnie pośredniczenie nodów w transmisji do innych nodów.

W szczególnym przypadku nic nie stoi na przeszkodzie by sieć była skonfigurowana tak:

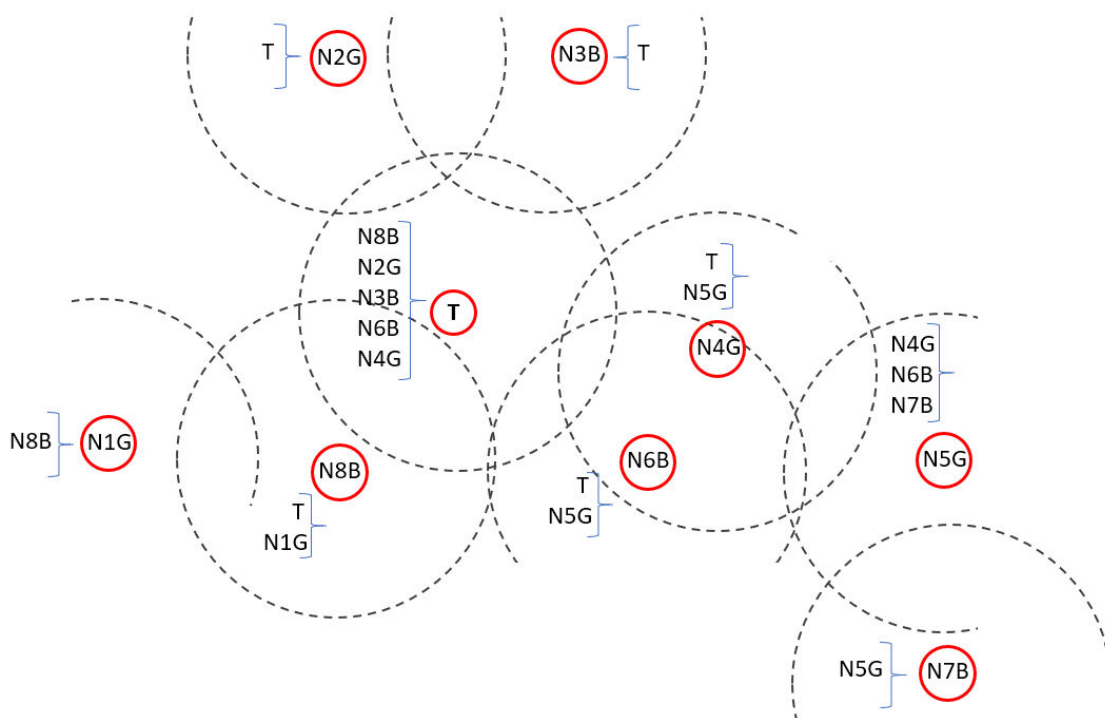


Widać więc, że aby tym razem dostać się do odległego W2 trzeba pośrednictwa wszystkich nodów. Pamiętać również należy o tym, że do jednego noda może prowadzić więcej niż jedna ścieżka.

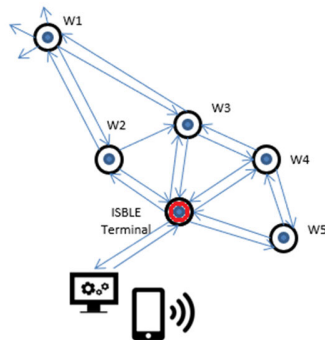
Po drugiej stronie terminala znajduje się serwer MQTT który pośredniczy w komunikacji z aplikacją kliencką czy to na komputerze stacjonarnym czy na urządzeniu mobilnym. W dalszej części opisane zostaną mechanizmy komunikacji, jednak już teraz można powiedzieć, że podczas normalnej pracy wszystkie transmisje odbywają się za pośrednictwem serwera MQTT. Natomiast podczas konfiguracji niezbędne jest opracowanie takiej aplikacji na urządzeni mobilne która przy pomocy terminala, za jego pośrednictwem, skonfiguruje każdego z nodów sieci.

Jak widać mamy więc dwa tryby. Pierwszy to konfiguracja sieci, a drugi to normalna praca.

Konfiguracja sieci. Terminal przechodzi do trybu konfiguracji (opis poniżej), użytkownik z urządzeniem mobilnym podchodzi do każdego z nodów, odczytuje kod kreskowy będący jego MACiem, ustala w aplikacji nazwę noda aby była wygodna, np. „strych-okno”, kojarzy nową nazwę z MAC’iem w tej aplikacji i od teraz posługuje się tylko tą nazwą. Robi to dla wszystkich nodów. Następnie przy każdym z nodów sprawdza się jakie inne nody są widziane przez sprawdzanego noda. Ustala się jak najlepiej skonfigurować sieć by sygnał przechodził przez nody pośrednie do naszego docelowego noda.



Trzeba zbudować w aplikacji mobilnej graficzną reprezentację połączeń tak by użytkownik mógł ułożyć na podstawie tego co widzi przykładowo taką sieć:



Na podstawie sugestii użytkownika musimy zbudować drzewo połączenia wszystkich nodów i wygenerować listę dla każdego z nodów od jakich innych nodów może on przyjmować informację i posyłać dalej jak nie jest skierowana do niego. Trzeba również eliminować pętle tak by informacja nie krążyła bez końca. Mając listę akceptowalnych nodów dla każdego z noda za pomocą rozkazów opisanych w dalszej części programujemy każdego z noda. Następnie przechodzimy do pracy normalnej.

Praca normalna. Aplikacja na urządzenie mobilne lub stacjonarny program wysyła dane do serwera MQTT, serwer przesyła polecenia do terminala, a terminal rozsyła informację do nodów dbając jednocześnie o spójność danych, timeouty, brak zakleszczeń.

Aplikacja na urządzenie mobilne musi mieć więc dwa tryby pracy. Tryb konfiguracji, w którym po TCP/IP rozmawia z terminalem. Drugi tryb to tryb normalnej pracy kiedy to aplikacja rozmawia z terminalem, nodami już za pomocą serwera MQTT. Oczywiście aplikacja mobilna może mieć również serwer MQTT ale to już zależy od osób implementujących system czy serwer ten jest na urządzeniu mobilnym czy na serwerze stacjonarnym.

Samo sterowanie urządzeniami najlepiej jak będzie wyglądało jako lista nodów i pola w których się da zapisać/odznaczyć stan lub/i polach gdzie widać stan, temperaturę.

Na potrzeby konfiguracyjne aplikacja powinna pokazać drzewo przepływu informacji wraz z możliwością budowania sieci, dodawania i usuwania węzłów, sprawdzania pingiem poprawności sieci, zbierania statystyk czasowych umożliwiających sprawdzanie czy sieć jest wydajna i czy nie wymaga rekonfiguracji.

Zestaw ewaluacyjny

Co zostanie dostarczone w pierwszej kolejności? Prace nadal trwają. Już teraz dostarczony zostanie terminal który będzie miał wbudowane trzy urządzenia typu node. Sieć mesh jeszcze

jest opracowywana więc taka emulacja umożliwi już teraz pozwoli na oprogramowanie terminala. Dodatkowo dostarczony zostanie serwer MQTT na urządzeniu raspberry pi który należy podmienić na serwer docelowy. Nody dostarczają pod koniec czerwca a system konfigurowania sieci Wifi ze względu na to, że jest najmniej istotny zostanie dostarczony na końcu.

Wymagania sprzętowe

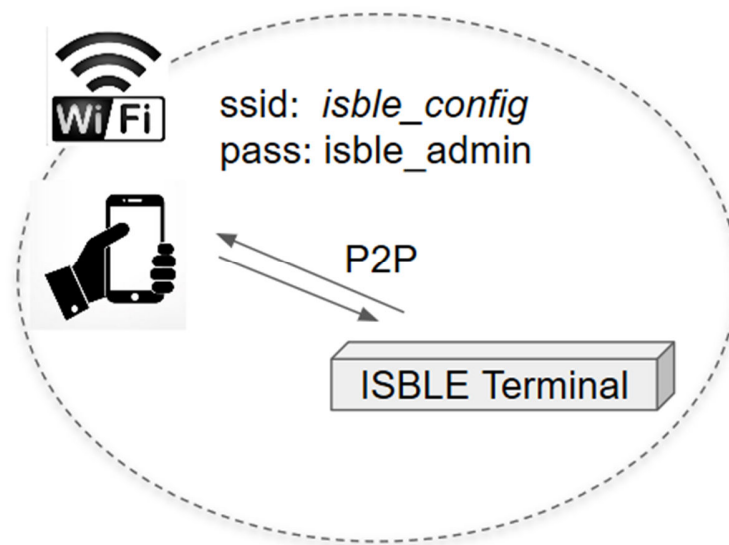
Do konfiguracji/działania sieci ISBLE potrzebne są następujące elementy:

- Telefon komórkowy z możliwością stworzenia routera Wi-Fi i dostępem do internetu (Android OS),
- Urządzenie klasy ISBLE Terminal,
- Co najmniej jedno urządzenie klasy ISBLE Węzeł,
- Dostęp do Internetu za pomocą routera Wi-Fi z poziomem zabezpieczeń WPA/WPA2

Konfiguracja Terminala ISBLE

Cel, opis

Celem konfiguracji Terminala ISBLE jest przyłączenie go do istniejącej infrastruktury Wi-Fi, która jest niezbędna w codziennej pracy. W tym celu korzystając z telefonu wyposażonego w aplikację ISBLE_XXXXX należy przejść w menu "konfiguracja terminala" i wybrać polecenie "START". [Na tym etapie urządzenie mobilne powinno otworzyć router Wi-Fi o zdefiniowanej nazwie *"Isble_config"*, hasłem *"Isble_admin"*, należy również zezwolić wszystkim urządzeniom na połączenie]. Należy postępować z instrukcjami pojawiającymi się na ekranie i w stosownym momencie [gdy router Wi-Fi na urządzeniu mobilnym będzie gotowy] podłączyć urządzenie ISBLE Terminal do napięcia zasilania, trzymając przy tym przycisk oznaczony jako "config" aż do zapalenia diody LED/stosownego komunikatu na wyświetlaczu. ISBLE Terminal dołączy do sieci utworzonej przez telefon komórkowy sieci [następnie podłączy się jako klient TCP do serwera pod zdefiniowany adres IP (lokalny, oraz na określony port)]. Uzyskany w ten sposób kanał komunikacji Peer-to-Peer (P2P) posłuży do dalszej konfiguracji przy pomocy odpowiednich rozkazów zgodnych z paradygmatem Master-Slave. Aplikacja na telefonie komórkowym pełni funkcję Mastera a urządzenie ISBLE Terminal - Slave.



Parametry wymagane do ustawienia przez telefon komórkowy/aplikację:

ssid	Isble_config
hasło	Isble_admin
zabezpieczenie	WPA/WPA2
ip	192.168.1.1
port	5000

Nadrzędnym celem konfiguracji Terminala ISBLE jest podłączenie go do docelowej sieci Wi-Fi w której urządzenie będzie pracować. W tym celu ISBLE Terminal musi znajdować się w zasięgu docelowego routera o zdefiniowanych przez użytkownika nazwie ssid oraz hasle. Dzięki rozkazom możliwe jest przeszukanie dostępnych sieci, wybranie docelowej, oraz wpisanie jej poświadczeń (hasła). Dzięki temu przy ponownym uruchomieniu urządzenia nastąpi automatyczne podłączenie do wybranej sieci Wi-Fi. [tylko w procesie konfiguracji terminala/sieci podłączenie jest typu P2P]

Rozkazy - konfiguracja terminala

Kody błędów. Przyjęto założenie że zwrócony kod błędu jest domyślnie 0x1. Jeżeli ma wartość 0x01 oznacza to, że zwrócony został standardowy błąd. Gdy błąd będzie niósł cenną informację zostanie oznaczony jako kolejne wartości czyli 0x02 itd. I zostanie to tu wyraźnie zaznaczone.

Komunikacja odbywa się za pomocą kanału TCP, inicjowana jest przez serwer (telefon komórkowy), komendy wysyłane są w myśl zasady master-slave. Urządzenie ISBLE Terminal obsługuje jednocześnie tylko jedną komendę, po wywołaniu instrukcji należy oczekiwać na odpowiedź (pozytywną lub negatywną), która posiada taki sam CMD_OP_CODE co wysłany rozkaz.

1. Skanuj w poszukiwaniu punktów dostępowych (WiFi)

CMD_OP_CODE [1B]	PARAM0 [1B]	TERMINATION
0x11	Do zastosowań w przyszłości	0x57

Opis: Po otrzymaniu komendy, terminal rozpoczyna procedurę skanowania dostępnych punktów dostępowych (sieci WiFi).

Uwaga! proces skanowania dostępnych punktów dostępowych może zająć do 1min.

Pozytywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]	VALUE [1B]
0x11	OK - 0x00	Ilość znalezionych sieci

Negatywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]	VALUE [1B]
0x11	ERROR - 0x01	Kod błędu

2. Odczytaj nazwy punktów dostępowych

CMD_OP_CODE [1B]	PARAM [1B]	TERMINATION
0x12	Indeks punktu dostępowego	0x57

Pozytywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]	VALUE0 [1B]	VALUE1 [VALUE0]
0x12	OK - 0x00	Długość nazwy	Nazwa punktu dostępowego ze wskazanego indeksu w formacie ASCII

Negatywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]	VALUE [1B]
0x12	ERROR - 0x01	Kod błędu

3. Wybierz/zapamiętaj sieć

CMD_OP_CODE [1B]	Param0 [1B]	Param1 [1B]	Param2 [Param1]	TERMINATION
0x13	Indeks punktu dostępowego	Długość hasła	Hasło do punktu dostępowego (ASCII)	0x57

Opis: po ponownym uruchomieniu ISBLE Terminal podejmie próbę nawiązania połączenia z wybraną/zapisaną siecią. Stan połączenia będzie sygnalizowany za pomocą diod/wbudowanego wyświetlacza.

Uwaga! Sieć zostanie zapamiętana w pamięci nieulotnej terminala w momencie przejścia do trybu normalnego (komenda 0x14).

Pozytywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]
0x13	OK - 0x00

Negatywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]	VALUE [1B]
0x13	ERROR - 0x01	Kod błędu

4. Wejść do trybu normalnego

CMD_OP_CODE [1B]	PARAM0 [1B]	TERMINATION
0x14	Do zastosowań w przyszłości	0x57

Opis: Po otrzymaniu rozkazu urządzenie Terminala restartuje się i próbuje nawiązać połączenie z punktem dostępowym (Wi-Fi) wskazanym w rozkazie 0x13. Nawiązanie połączenia będzie zasygnalizowane na panelu Terminala (LED/OLED). Aplikacja oraz Terminal stracą tym samym synchronizację za pomocą kanału P2P. Po ponownym uruchomieniu Terminal podłączy się do wskazanego na etapie produkcji (lub rozkazu 0x16) Brokera MQTT subskrybując temat " $T_{MAC} \backslash sys$ ". Identyczne działanie powinna przeprowadzić aplikacja na telefonie komórkowym, dzięki temu obie aplikacje synchronizują się ponownie. Dokładny opis połączenia panelu operatora z Terminalem w trybie normalnym znajduje się w dalszej części dokumentacji.

Pozytywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]
0x14	OK - 0x00

Negatywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]	VALUE [1B]
0x14	ERROR - 0x01	Kod błędu

5. Ping

CMD_OP_CODE [1B]	PARAM0 [1B]	TERMINATION
0x15	Do zastosowań w przyszłości	0x57

Opis: Komenda mająca za zadanie sprawdzenie kanału komunikacyjnego P2P

Pozytywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]
0x15	OK - 0x00

Negatywna odpowiedź: **brak** - konieczna implementacja mechanizmu time-out, po stronie aplikacji mobilnej.

6. Zmiana adresu brokera MQTT

CMD_OP_CODE [1B]	PARAM0 [1B]	PARAM1 [PARAM0]	PARAM3 [2B]	TERMINATION
0x16	Długość adresu	Adres domyślnego brokera	Numer portu	0x57

Opis: Komenda umożliwia zmianę adresu brokera MQTT (szczegóły w opisie trybu normalnego). Dzięki komendzie mamy możliwość zmiany portu oraz, adresu.

Uwaga! Po przejściu do trybu normalnego Terminal nawiąże łączność z nowym brokerem. Nowy adres brokera MQTT zostanie zapamiętany w pamięci nieulotnej terminala w momencie przejścia do trybu normalnego (komenda 0x14).

Pozytywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]
------------------	-------------

0x16	OK - 0x00
------	-----------

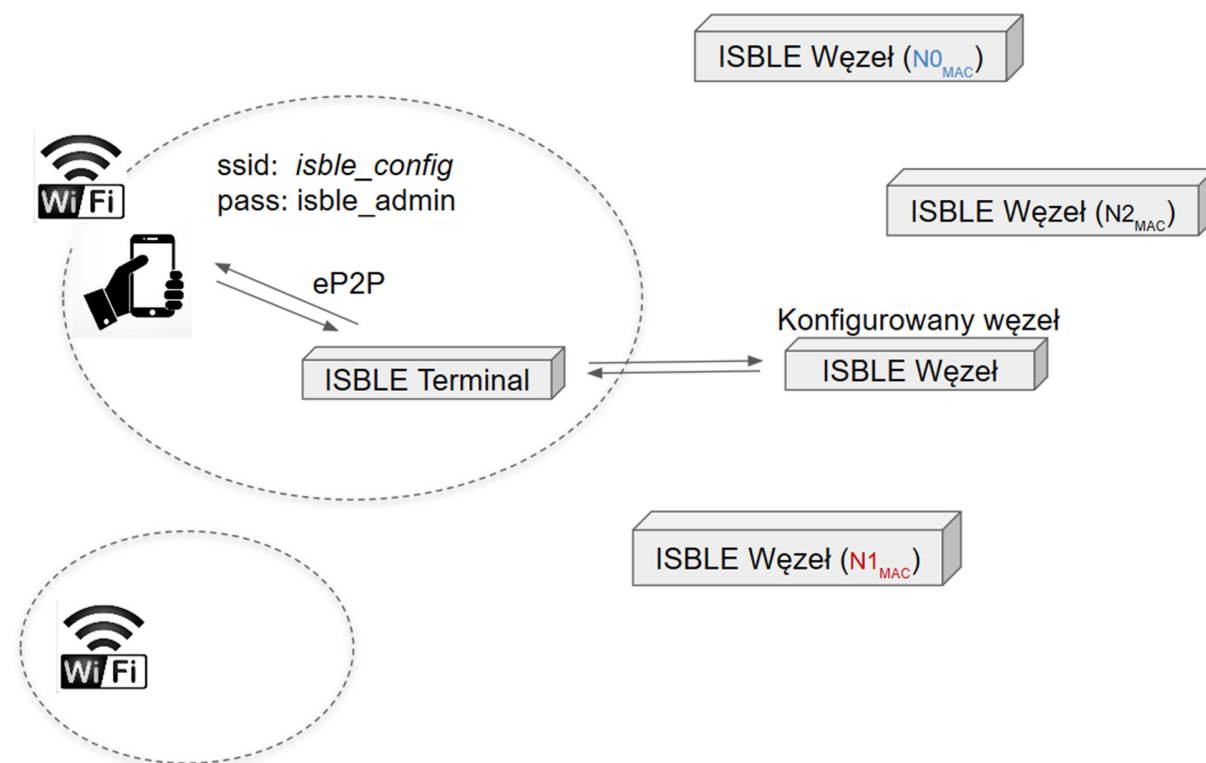
Negatywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]	VALUE [1B]
0x14	ERROR - 0x01	Kod błędu

Konfiguracja sieci ISBLE - dodawanie urządzeń

Cel, opis

Konfiguracja sieci ISBLE odbywa się za pomocą telefonu komórkowego, oraz Terminala. Przez konfigurację sieci mamy tu na myśli dołączenie nowego urządzenia klasy ISBLE Węzeł do istniejącej sieci, jego mapowanie w aplikacji, oraz ustalanie kierunków przepływu/przekazywania wiadomości ISBLE. Zakłada się że konfiguracja, dodanie węzła następuje w jego docelowym miejscu, gdzie będzie pracował na co dzień. Podejście takie jest niezmiernie ważne ze względu na zasięg sieci ISBLE i wpływające na nie bezpośrednio np. przeszkody lub źródła zakłóceń. Jako że miejsce pracy węzła może nie znajdować się w zasięgu sieci Wi-Fi w której pracuje terminal konfiguracja sieci przebiega podobnie jak konfiguracja terminala za pomocą rozszerzonego połączenia eP2P. Przez rozszerzenie należy rozumieć tutaj fakt że terminal jedynie pośredniczy w przekazywaniu i odbieraniu wiadomości od Węzła ISBLE. Użytkownik w celu konfiguracji musi w aplikacji na telefonie komórkowym wybrać opcję: "Dodanie Węzła" i postępować zgodnie z monitami [w praktyce proces będzie identyczny do tego z konfiguracji terminala i zakończy się na etapie zestawienia połączenia TCP Client <-> TCP Serwer z terminalem]



Użytkownik/Instalator powinien wraz z telefonem oraz Terminalem podejść możliwie jak najbliżej (ok 10m) uprzednio włączonego do zasilania węzła przyszłej sieci ISBLE. [Dzięki połączeniu P2P Terminal może wyjść z zasięgu sieci WiFi z którą współpracuje] Za pomocą odpowiednich rozkazów możliwe jest zapisanie tzw adresu źródłowego, jakim jest unikatowy adres MAC terminala w każdym z węzłów. Rozpoczęcie skanowania i zebranie informacji o tym które urządzenia są widoczne przez nowo dodany węzeł. Stworzenie/routowanie drogi poprzez akceptację wiadomości od wybranych węzłów.

UWAGA! Podczas dodawania nowych węzłów do już istniejącej infrastruktury, sieć ISBLE nie będzie funkcjonowała, z racji zmienionej funkcji terminala. Sieć wróci do pracy po podłączeniu terminala do sieci Wi-Fi (tryb normalny), po zakończonej konfiguracji węzła.

Rozkazy - konfiguracja sieci

Komendy wysyłane są na tej samej zasadzie co w przypadku konfiguracji terminala (punkt: Rozkazy - konfiguracja terminala), przy użyciu kanału P2P. Format komend: binarny.

1. Zapis adresu źródłowego (T_{MAC})

CMD_OP_CODE [1B]	PARAM0 [6B]	PARAM1 [1B]	TERMINATION [1B]
0x31	Adres MAC konfigurowanego Węzła ($Nconf_{MAC}$)	Do zastosowań w przyszłości	0x57

Opis: Komenda służy do zapisania adresu źródłowego Terminala ISBLE: T_{MAC} w pamięci nieulotnej konfigurowanego węzła o adresie $Nconf_{MAC}$.

Pozytywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]
0x31	OK - 0x00

Negatywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]	VALUE [1B]
0x31	ERROR - 0x01	Kod błędu

2. Skan w poszukiwaniu sąsiednich węzłów ISBLE

CMD_OP_CODE [1B]	PARAM0 [6B]	PARAM1 [1B]	TERMINATION [1B]
0x32	Adres MAC konfigurowanego Węzła (Nconf _{MAC})	Do zastosowań w przyszłości	0x57

Opis: Komenda służy do zainicjowania procesu skanowania węzłów będących w sąsiedztwie konfigurowanego węzła - Nconf_{MAC}. Po jej wywołaniu konfigurowany węzeł inicjuje wysłanie wiadomości typu "ping" do otaczających go węzłów, po odebraniu której węzły w odpowiedzi wysyłają swoje adresy Nx_{MAC}. Otrzymany rezultat skanowania przechowany zostaje w pamięci RAM konfigurowanego węzła, możliwy do odczytania przez aplikację mobilną dzięki poleceniu 0x33.

Pozytywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]	VALUE0 [1B]
0x32	OK - 0x00	Ilość sąsiednich węzłów sieci ISBLE

Negatywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]	VALUE0 [1B]
0x32	ERROR - 0x01	Kod błędu

3. Odczyt wykrytych węzłów ISBLE

CMD_OP_CODE [1B]	PARAM0 [6B]	PARAM1 [1B]	TERMINATION [1B]
0x33	Adres MAC konfigurowanego Węzła (Nconf _{MAC})	Indeks czytanego węzła	0x57

Opis: Komenda służy do odczytu adresów Nx_{MAC} otaczających węzłów konfigurowanego węzła. Jako parametr podawany jest indeks który mieści się w przedziale <0, VALUE0-1>, przy czym VALUE0 to odpowiedź na komendę 0x32.

Pozytywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]	VALUE0 [6B]
------------------	-------------	-------------

0x33	OK - 0x00	Adres Nx _{MAC} mieszczący się pod indeksem PARAM0
------	-----------	--

Negatywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]	VALUE0 [1B]
0x33	ERROR - 0x01	Kod błędu

4. Dodanie węzła do listy akceptowalnej

CMD_OP_CODE [1B]	PARAM0 [6B]	PARAM1 [6B]	TERMINATION [1B]
0x34	Adres MAC konfigurowanego Węzła (Nconf _{MAC})	Adres Nx _{MAC}	0x57

Opis: Adres Nx_{MAC} przesłany w polu PARAM0 zostanie dodany do tzw. "Whitelists" czyli listy akceptowalnej w konfigurowalnym węźle. Oznacza to że konfigurowany węzeł będzie przetwarzał wiadomości odebrane od węzła ISBLE o adresie Nx_{MAC}.

Pozytywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]
0x34	OK - 0x00

Negatywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]	VALUE0 [1B]
0x34	ERROR - 0x01	Kod błędu

UWAGA! Domyślnie po przeprowadzonym skanowaniu sąsiednich węzłów, konfigurowalna jednostka nie odbiera wiadomości z żadnych węzłów sieci ISBLE z wyjątkiem Terminala. Whitelista w celu minimalizacji ilości cyklu zapisów pamięci nieulotnej zostaje zapisana po zakończeniu konfiguracji wywołując polecenie 0x36 - zakończenie konfiguracji węzła.

5. Usunięcie węzła z listy akceptowalnej

CMD_OP_CODE	PARAM0	PARAM1	TERMINATION
-------------	--------	--------	-------------

[1B]	[6B]	[6B]	[1B]
0x35	Adres MAC konfigurowanego Węzła (Nconf _{MAC})	Adres Nx _{MAC}	0x57

Opis: Adres Nx_{MAC} przesłany w polu PARAM1 zostanie usunięty z tzw. "Whitelists" czyli listy akceptowalnej w konfigurowalnym węźle (Nconf_{MAC}). Wiadomości z węzła nie znajdującego się na whitelists nie będzie przetwarzana przez konfigurowany węzeł.

Uwaga! Zapis zmodyfikowanej listy "Whitelists" w pamięci nieulotnej następuje po wywołaniu polecenie 0x36 - zakończenie konfiguracji węzła

Pozytywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]
0x35	OK - 0x00

Negatywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]	VALUE0 [1B]
0x35	ERROR - 0x01	Kod błędu

6. Zakończenie konfiguracji węzła

CMD_OP_CODE [1B]	PARAM0 [6B]	PARAM1 [1B]	TERMINATION [1B]
0x36	Adres MAC konfigurowanego Węzła (Nconf _{MAC})	Do zastosowań w przyszłości	0x57

Opis: Po otrzymaniu komendy konfigurowany węzeł zapisuje w pamięci nieulotnej przesłaną konfigurację.

Pozytywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]
0x36	OK - 0x00

Negatywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]	VALUE0 [1B]
0x36	ERROR - 0x01	Kod błędu

7. Odczyt aktualnej whitelisty

CMD_OP_CODE [1B]	PARAM0 [6B]	PARAM1 [1B]	TERMINATION [1B]
0x37	Adres MAC konfigurowanego Węzła ($Nconf_{MAC}$)	Indeks czytanego węzła	0x57

Opis: Komenda służy do odczytu adresów Nx_{MAC} mieszczących się na "Whitelists" konfigurowanego węzła. W rozkazie podawany jest indeks do odczytu mieszczący się w zakresie $\langle 0, x \rangle$. Gdy indeks przesyłany jako PARAM0 przekroczy rozmiar whitelisty, zostanie zwrócony stosowny błąd.

Pozytywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]	VALUE0 [6B]
0x37	OK - 0x00	Adres Nx_{MAC} mieszczący się pod indeksem PARAM0 w "Whitelist"

Negatywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]	VALUE0 [1B]
0x37	ERROR - 0x01	Kod błędu

8. Skasowanie całej whitelisty

CMD_OP_CODE [1B]	PARAM0 [6B]	TERMINATION [1B]
0x38	Adres MAC konfigurowanego Węzła ($Nconf_{MAC}$)	0x57

Opis: Komenda służy do usunięcia wszystkich węzłów znajdujących się na tzw. Whitelist konfigurowanego węzła ($Nconf_{MAC}$). Po jej wywołaniu wszystkie węzły zostaną usunięte z pamięci.

Pozytywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]
-------------------------	--------------------

0x38	OK - 0x00
------	-----------

Negatywna odpowiedź:

CMD_OP_CODE [1B]	STATUS [1B]	VALUE0 [1B]
0x38	ERROR - 0x01	Kod błędu

Przykład:

M_D - urządzenie mobilne, T-Terminal. Kierunek strzałki określa kierunek komendy, poszczególne bajty komendy oddzielone są przecinkami jedynie dla zwiększenia czytelności.

Konfigurowany węzeł N_{CONF} o adresie MAC: Nconf_{MAC}: {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x45, 0x03} w swoim otoczeniu ma trzy węzły ISBLE o adresach:

N0_{MAC}: {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x45, 0x5C}

N1_{MAC}: {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x45, 0x4E}

N2_{MAC}: {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x12, 0x41}

Węzeł ma zostać skonfigurowany tak aby akceptować wiadomości z Terminala, oraz węzła N1_{MAC}. Konfiguracja ma zostać zapisana w pamięci nieulotnej konfigurowanego węzła.

[M_D->T]: 0x31, {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x45, 0x03}, 0, 57

[M_D<-T]: 0x31, 0

[M_D->T]: 0x32, {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x45, 0x03}, 0, 57

[M_D<-T]: 0x32, 0, 3

[M_D->T]: 0x33, {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x45, 0x03}, 0, 57

[M_D<-T]: 0x33, 0, {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x45, 0x5C}

[M_D->T]: 0x33, {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x45, 0x03}, 1, 57

[M_D<-T]: 0x33, 0, {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x45, 0x4E}

[M_D->T]: 0x33, {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x45, 0x03}, 2, 57

[M_D<-T]: 0x33, 0, {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x12, 0x41}

[M_D->T]: 0x34, {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x45, 0x03}, {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x45, 0x4E}, 57

[M_D<-T]: 0x34 0

[M_D->T]: 0x36, {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x45, 0x03}, 0, 57

[M_D<-T]: 0x36, 0

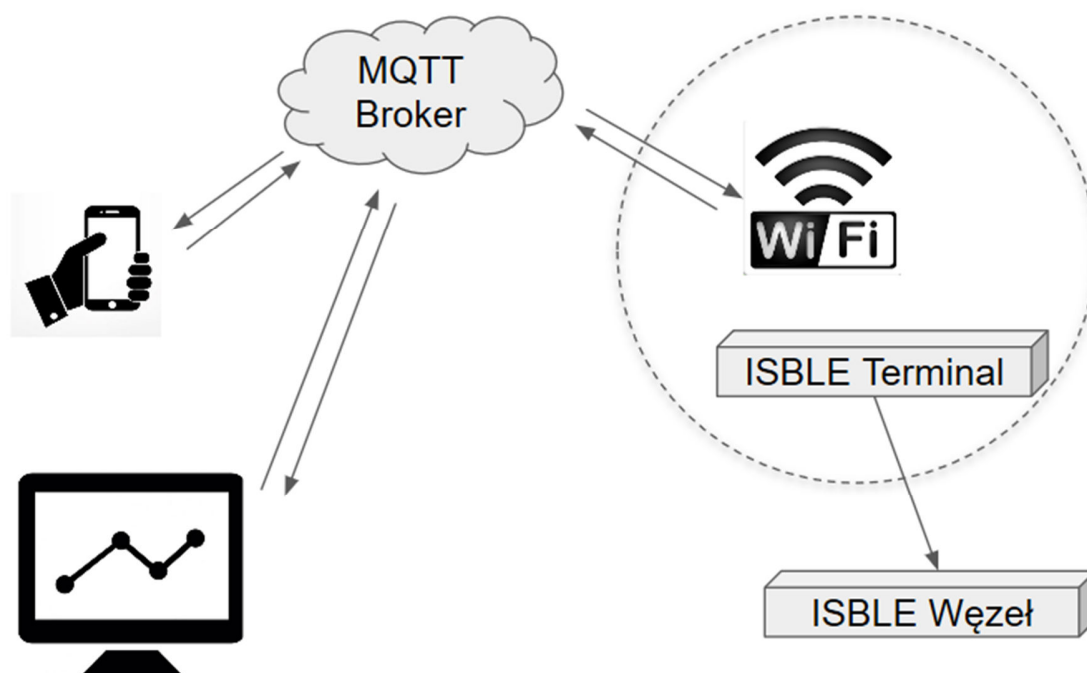
[M_D->T]: 0x37, {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x45, 0x03}, 0, 57

[M_D<-T]: 0x37, 0, {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x45, 0x4E}

Działanie sieci ISBLE - tryb normalny

W trybie normalnym aplikacja na telefonie komórkowym pracuje jako panel operatora (odpowiednia zakładka). Panel operatora dostępny jest również za pomocą przeglądarki WEB (która nie posiada funkcji konfiguracyjnych).

Po zakończonym procesie konfiguracji Terminala, oraz Węzłów sieć rozpoczyna normalny cykl pracy - zwany trybem normalnym. Wejście do niego inicjowane jest przez aplikację umieszczoną na telefonie użytkownika/installatora i wykonane jest jako ostatni krok podczas konfiguracji terminala lub węzła, poprzez wysłanie rozkazu **0x14** "wejdź do trybu normalnego". W trybie normalnym połączenie panelu operatora (przeglądarka WEB/aplikacja mobilna) wraz z Terminalem odbywa się za pomocą protokołu MQTT przy wykorzystaniu brokera MQTT, definiowanego na etapie produkcji [zmiana adresu brokera możliwa jest podczas konfiguracji terminala za pomocą rozkazu **0x16**]



Obie aplikacje - panelu klienta, oraz terminala łączą się za pomocą interfejsu TCP-client do brokera, a następnie subskrybują temat/tematy w celu otrzymywania powiadomień. Mają również możliwość publikowania w danym temacie. Mamy zatem trzy niezależne aplikacje, dwie dla panelu operatora (aplikacja mobilna, przeglądarka WEB) oraz aplikację Terminala. Gdy klient opublikuje informację, każdy klient/urządzenie, które subskrybuje ten sam temat otrzyma tę informację dzięki mechanizmowi callback. Dzięki zastosowaniu MQTT wiadomość wysyłana z poziomu przeglądarki WEB, będzie widoczna na aplikacji mobilnej i odwrotnie. Panel operatora nie musi znajdować się w tej samej sieci lokalnej co Terminal ISBLE, co daje możliwości kontrolowania stanu węzłów sieci ISBLE z dowolnego miejsca na ziemi.

W założeniu sieć ISBLE zawiera jedno urządzenie klasy Terminal, z unikalnym sześćo-bajtowym adresem MAC - zwanym dalej w skrócie T_{MAC} . Adres ten wykorzystany jest do rozróżniania sieci ISBLE, stanowiąc najwyższy poziom tematu w wiadomości MQTT. Innymi słowy T_{MAC} służy do adresacji/wyboru określonej sieci ISBLE. Każdy z węzłów komunikacyjnych sieci ISBLE również posiada unikatowy adres MAC, zwany dalej N_{MAC} (Node-MAC). Wchodzi on w skład treści wiadomości wysyłanej - służąc do zaadresowania konkretnego węzła pracującego w wybranej sieci.

Przykład - sieć składa się z terminala (T), oraz dwóch węzłów (N1, N2) o adresach:

T_{MAC} : {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x45, 0x5C}

$N1_{MAC}$: {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x45, 0x4E}

$N2_{MAC}$: {0x54, 0x6C, 0x0E, 0x83, 0x12, 0x92}

Klient MQTT (Terminal/WEB/Mobile App) subskrybuje/publikuje na następujące tematy:

- 546C0E83455C/tematTerminala/kierunekWiadomości
- 546C0E83455C/tematWęzła/kierunekWiadomości
- 546C0E83455C/tematWęzła/kierunekWiadomości

Uwaga! Pomimo tego że adres T_{MAC} , jest sześćo bajtowy, musi zostać on wysłany jako znaki ASCII (temat wiadomości MQTT), dlatego temat zamiast rozmiaru 6[B] ma rozmiar 12[B].

W przykładzie “tematTerminala” oraz “tematWęzła” pełnią funkcję komend do uprzednio urządzenia, którego adres znajduje się w treści wiadomości. “tematTerminala” to przykładowa nazwa komendy dla Terminala ISBLE, “tematWęzła” to z kolei komenda dla węzła ISBLE.

“kierunekWiadomości” przyjmuje następującą formę:

- GET/SET - to wiadomość od panelu operatora do sieci ISBLE,
- RES - to wiadomość od sieci ISBLE do panelu operacyjnego - odpowiedź wysyłana na uprzednie żądanie GET/SET

Protokół MQTT przewiduje że po sekcji tematów następuje pole wiadomości (payload) w którym będą wysyłane dane. Pole wiadomości ma format bitowy gdzie dane wielobajtowe (np. uint16_t) zapisane są w formacie Big Endian.

Pierwsze sześć bajtów określają adres docelowego węzła: N_{MAC} . Kolejne bajty wiadomości pełnią różne funkcje w zależności od tematWęzła, oraz kierunekWiadomości.

Tematy Terminala - Komendy dla terminala

Nie przewidujemy, że terminal funkcjonalność inna niż node. Gdy jednak taka funkcjonalność zostanie stworzona to będzie ona widziana jako zwykły node znajdujący się bardzo blisko terminala. Z tego powodu odrębne tematy dla Terminala nie istnieją.

Tematy Węzłów - Komendy dla węzłów

Uwaga: Wszystkie pola tematów, skonstruowane są z wartości ASCII. Pole wiadomości (payload) to skolei format binarny, dane mieszczące się na więcej niż 1 Bajcie, wysyłane są w trybie BIG-Endian.

1. TEMPERATURE

kierunekWiadomości: *GET*

Temat inicjuje pomiar temperatury określonego węzła (N_{xMAC} lub terminala T_{MAC})

```
TMAC/TEMPERATURE/GET: NxMAC
```

Odpowiedź nadana zostanie na ten sam temat, treść wiadomości zawiera następujące pola:

```
TMAC/TEMPERATURE/RES: NxMAC,stat,value0
```

- "N_{xMAC}" [6B]: adres MAC węzła
- Stat [1B]: stat == 0: sukces. stat !=0: błąd
- Value0 [2B]: temperatura wyrażona w stopniach Celsjusza z offsetem wynoszącym 1000. Przykład1 dla temperatury 15stopni, value0 będzie przybierać wartość 1015.

Przykład: pozytywna odpowiedź

```
TMAC/TEMPERATURE/RES: NxMAC,0,1015
```

Przykład negatywna odpowiedź

```
TMAC/TEMPERATURE/RES: NxMAC,2,0
```

Kody błędów:

- '1' - Time Out - urządzenie poza zasięgiem sieci ISBLE, lub awaria
- '2' - Błąd odczytu temperatury, uszkodzony czujnik temperatury w danym węźle,
- '3' - Brak adresu węzła w bazie danych,

2. IO

kierunekWiadomości: *GET*

T_{MAC}/IO/GET: Nx_{MAC},param0

- "Nx_{MAC}" [6B]: adres MAC węzła
- Param0 [1B]: wybór wyjścia cyfrowego <0,1>

Temat inicjuje odczyt wskazanego (param0) wejścia cyfrowego węzła Nx_{MAC}

Przykład odczytu stanu wejścia cyfrowego nr 1:

T_{MAC}/IO/GET: Nx_{MAC},1

Odpowiedź nadana zostanie na ten sam temat, treść wiadomości zawiera następujące pola:

T_{MAC}/IO/RES: Nx_{MAC}, stat,value0

- "Nx_{MAC}" [6B]: adres MAC węzła
- Stat [1B]: Stat == 0: sukces. Stat !=0: błąd
- Value0 [1B]: Odczytana wartość wejścia cyfrowego <0,1>.

Przykład: pozytywna odpowiedź - odczytany stan wysoki na wybranym wejściu

T_{MAC}/IO/RES: Nx_{MAC},0,1

Przykład negatywna odpowiedź - timeout. Wartość value0 domyślnie wyzerowana

T_{MAC}/IO/RES: Nx_{MAC},2,0

Kody błędów:

'1' - Time Out - urządzenie poza zasięgiem sieci ISBLE, lub awaria

'3' - Brak adresu węzła w bazie danych,

kierunekWiadomości: *SET*

Temat inicjuje zapis wskazanego (param0) wejścia cyfrowego, na określony stan (param1) węzła Nx_{MAC}.

T_{MAC}/IO/SET: Nx_{MAC},param0,param1

- "Nx_{MAC}" [6B]: adres MAC węzła
- Param0 [1B]: wybór wyjścia cyfrowego <0,1>
- Param1 [1B]: stan wyjścia cyfrowego <0,1>; 0-stan niski 0V, 1-stan wysoki VCC

Przykład wystawienia stanu wysokiego na wyjście cyfrowe nr. 2:

T_{MAC}/IO/SET: Nx_{MAC},2,1

Odpowiedź nadana zostanie na ten sam temat, treść wiadomości zawiera następujące pola:

T_{MAC}/IO/RES: Nx_{MAC},stat,value0,value1

- "Nx_{MAC}" [6B]: adres MAC węzła
- Stat [1B]: stat == 0: sukces. stat !=0: błąd
- Value0 [1B]: Numer wyjścia cyfrowego,
- Value1 [1B]: Ustalony stan na wyjściu cyfrowym Value0

Przykład: pozytywna odpowiedź - stan wysoki na wybranym wyjściu (1)

T_{MAC}/IO/RES: Nx_{MAC},0,1,1

Przykład negatywna odpowiedź - timeout (wartości Value0, Value1 domyślnie wyzerowane)

T_{MAC}/IO/RES: Nx_{MAC},2,0,0

Kody błędów:

'1' - Time Out - urządzenie poza zasięgiem sieci ISBLE, lub awaria

'3' - Brak adresu węzła w bazie danych,

3. LIGHT

kierunekWiadomości: *GET*

Temat inicjuje odczyt wartości czujnika natężenie światła [lx] węzła Nx_{MAC}

Przykład:

T_{MAC}/LIGHT/GET:Nx_{MAC}

Odpowiedź nadana zostanie na ten sam temat, treść wiadomości zawiera następujące pola:

T_{MAC}/LIGHT/RES:Nx_{MAC},stat,value0

- "Nx_{MAC}" [6B]: adres MAC węzła
- Stat [1B]: stat == 0: sukces. stat !=0: błąd
- Value0 [2B] Odczytana wartość natężenie światła [lx].

Przykład: pozytywna odpowiedź - odczytany stan wysoki na wybranym wejściu

T_{MAC}/LIGHT/RES:Nx_{MAC},0,102

Przykład negatywna odpowiedź - timeout. Wartość value0 domyślnie wyzerowana

<code>T_{MAC}/LIGHT/RES:N_{XMAC},2,0</code>

Kody błędów:

'1' - Time Out - urządzenie poza zasięgiem sieci ISBLE, lub awaria

'3' - Brak adresu węzła w bazie danych,