



W poprzednim numerze „Młodego Technika” przedstawialiśmy Raspberry Pi – minikomputer z możliwościami mikrokontrolera. Pytanie brzmiało prosto: jak zacząć? Tym razem zastanowimy się nad codzienną pracą z tym zaskakująco wydajnym urządzeniem. Jakiego oprogramowania będziemy potrzebować? Jak je wykorzystamy? Jakich problemów możemy się spodziewać i jak je rozwiążemy?

Raspberry Pi Pierwsze kroki

Bez obaw! To zrozumiałe dla nieelektroników

Czego potrzebuję do instalacji?

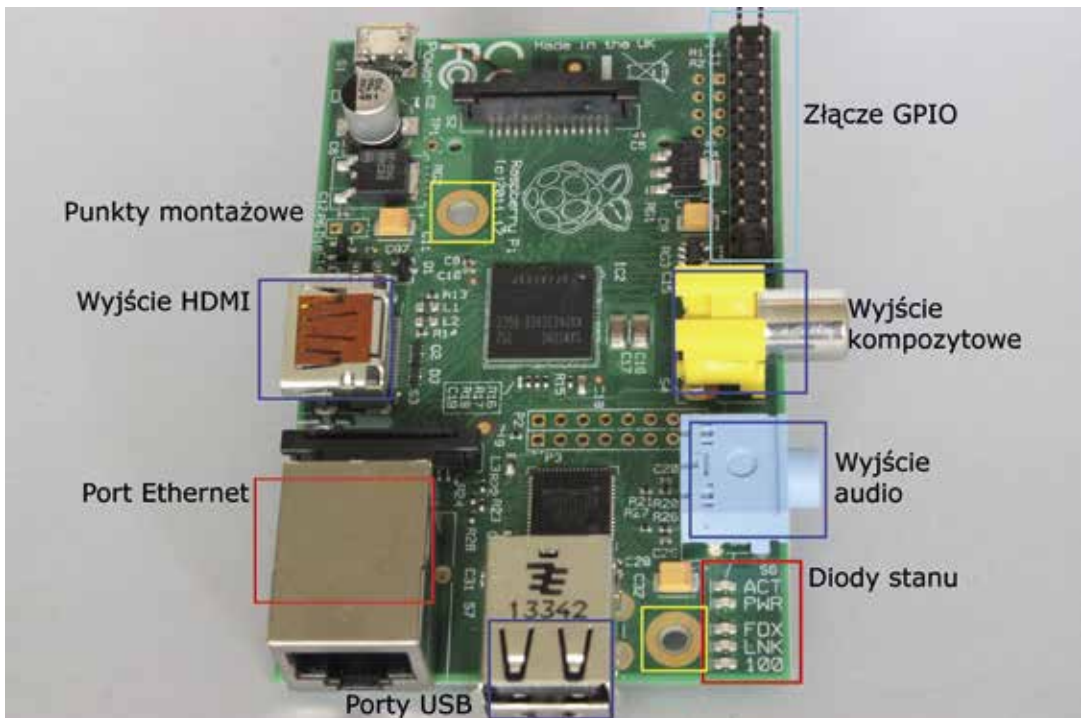
Do pierwszego uruchomienia Raspberry Pi (RPi), oprócz samego urządzenia, będziecie potrzebować odpowiedniego zasilacza (microUSB, 5 V i 1,5 A), karty SD, monitora z wejściem HDMI lub telewizora z wejściem kompozytowym (plus odpowiednie kable) oraz klawiatury USB (opcjonalnie myszki USB). Do przygotowania karty SD niesygnowanej logo Raspberry konieczny będzie dodatkowo komputer wyposażony w czytnik kart SD. Opcjonalnie RPi powinien mieć też możliwość podłączenia do Internetu.

Słowo o kartach SD

Przed uruchomieniem RPi należy **odpowiednio przygotować kartę SD**. RPi nie ma bowiem wewnętrznej

pamięci nieulotnej. Cały system operacyjny i system plików umieszczony jest właśnie na karcie SD. Jej obecność warunkuje start naszego minikomputera. Wbudowany czytnik wymaga kart o rozmiarze SD. Dla kart mini- albo microSD potrzebujemy odpowiedniego adaptera.

Używajcie **kart sygnowanych logo Raspberry albo zgodnych**. Lista przetestowanych kart znajduje się na stronie http://elinux.org/RPi_SD_cards. Karty sygnowane logo RPi mają już zainstalowany obraz systemu i można ich używać bez dodatkowych zabiegów. Inne karty trzeba uprzednio zainicjować. Robi się to poprzez skopiowanie na wyczyszczoną kartę odpowiedniego zestawu plików (ok. 1.7 GB). Pliki można nieodpłatnie ściągnąć ze strony



1. Płytki RPi – rozkład elementów



www.raspberrypi.org. Znajdują się w dziale Download. Na początek najlepiej wybrać opcję Noobs. Warto obejrzeć samouczek znajdujący się pod adresem <http://www.raspberrypi.org/help/noobs-setup>, który wyjaśni wszelkie wątpliwości dotyczące instalacji (materiał jest po angielsku).

Czytnik kart znajduje się na spodzie płytki. Kartę wkłada się **stykami do góry**. Karta powinna siedzieć w gnieździe głęboko i pewnie. W żadnym wypadku **nie należy wyciągać jej** podczas działania RPi. Przed włożeniem karty **upewnijcie się, że RPi nie jest podłączony do prądu** – podłączenie sygnalizuje palenie się czerwonej diody PWR (koło gniazda USB). Przed usunięciem karty zastopujcie Linuksa (polecenie „sudo halt”) i wyłączcie RPi z zasilania, gdy dioda ACT przestanie na dobre mrugać. **Niekontrolowane wyciągnięcie karty może spowodować uszkodzenie systemu plików lub samej karty**. W rezultacie RPi w ogóle nie wystartuje lub uruchomi się w trybie dostępu lokalnego (o diagnostyce dowiedzie się z dalszej części tego tekstu).

W niektórych przypadkach można również fizycznie zablokować zapis na karcie. Wszystkie karty SD mają taką blokadę. Znajduje się na krawędzi i jest najczęściej opisana jako *lock* (używam takiej blokady np. przy prezentacjach, gdy jestem pewien, że zapis na karcie nie jest wymagany). Zablokowanie karty chroni ją przed **logicznym uszkodzeniem systemu plików** w razie niekontrolowanego wyłączenia.

Przed wszystkim zalecam jednak **regularne robienie kopii karty**. Sam używam do tego darmowego programu Win32 Disk Imager. Program wczytuje całą zawartość karty i zapisuje jej obraz w pliku *.img na dysku komputera. Jeżeli chcecie odzyskać zawartość takiej karty, po prostu wkładamy ją do czytnika w komputerze i zapisujemy na niej wybrany obraz (tracąc, niestety, dane zmienione od momentu stworzenia obrazu).

Podłączenie i pierwszy start

Podłączamy do RPi **monitor i klawiaturę**, wkładamy uprzednio przygotowaną **kartę SD**, a na koniec **podpinamy zasilanie**. Obserwujemy diody na RPi. Po doprowadzeniu zasilania powinna zapalić się czerwona dioda PWR sygnalizująca zasilanie. Po kilku sekundach zielona dioda ACT będzie intensywnie mrugać, sygnalizując **start systemu**. Aby zainstalować wybrany system operacyjny, postępujemy **zgodnie z instrukcjami na ekranie**. Na początek zalecam opcję Raspbian. Gdy zakończy się instalacja systemu (co może potrwać kilka minut), otworzy się aplikacja konfiguratora RPi. Użycie tego konfiguratora, aby:

- zagospodarować pozostałą przestrzeń karty SD dla systemu: opcja Expand Filesystem;
- ustawić region, strefę czasową i typ klawiatury: opcja Internationalisation Options;
- ustawić bezpieczne taktowanie rdzenia: opcja Overclock; ustaw None.



2. Czytnik kart SD znajduje się na spodzie płytki

Większość z tych opcji można ustawić później, wywołując konfigurator poleceniem: „sudo raspi-config”.

Gdy przejdziemy ten etap, na ekranie powinno pokazać się **okienko logowania do interfejsu graficznego** (tylko w przypadku monitora podłączonego przez złącze HDMI). Logujemy się jako użytkownik „pi” z hasłem „raspberrypi”. Po chwili otworzy się pulpit. Jestem pewien, że szybko poradzicie sobie z nawigacją i zaczniecie odkrywać zasoby systemu. Na początek proponuję **zlokalizować przeglądarkę Midori** oraz **skróć do konsoli** (ang. *terminal*). Jeżeli nie macie podłączonej myszki, wystarczy wcisnąć CTRL-ALT-F1, żeby przejść do trybu terminala.

Podłączenie do sieci

RPi otworzy przed Wami więcej możliwości, gdy **włączycie go do domowej sieci i dalej – do Internetu**. W praktyce ogranicza się to najczęściej do wpięcia kabla RJ45 z jednej strony do gniazda Ethernet naszego RPi, a z drugiej do domowego routera. Resztę załatwią automatyczne serwisy działające na obu urządzeniach (np. serwer DHCP na routerze przydzielający adresy). Nasz RPi będzie widziany jako kolejny komputer w sieci. Opcjonalnie RPi można wyposażyć w kartę WiFi wtykaną do gniazda USB. Wymaga to dodatkowej konfiguracji – sposób ten pozostawiam bardziej zaawansowanym użytkownikom.

Jeżeli wszystko jest w porządku, na płytce RPi zaświeci się dioda FDX oraz 100, a dioda LNK zacznie

intensywnie migać, sygnalizując wymianę danych po sieci. Podłączenie do Internetu możemy sprawdzić z poziomu konsoli RPi, np. wydając polecenie „ping” (z odpowiednimi parametrami), albo z poziomu interfejsu graficznego uruchamiając domyślną przeglądarkę internetową Midori.

Praca zdalna?

Dostęp zdalny to podstawowy tryb pracy wykorzystywany np. w wypadku nauki Linuksa czy programowania. Zamiast podłączać klawiaturę i monitor do RPi, wykorzystujemy ulubionego laptopa, który poprzez odpowiednio oprogramowanie **łączy się z RPi**. Fizycznie pracujemy wtedy na laptopie, ale jest on jedynie „terminalem”. Jego rola ogranicza się do wysyłania komend na RPi i wyświetlania zwróconych przez niego rezultatów. Jedną z podstawowych zalet takiej pracy jest to, że na **jednym RPi może równocześnie pracować wiele osób**. Często z tego korzystam – każdy z użytkowników przychodzi z własnym laptopem i łączy się zdalnie do jednego RPi. Nie potrzeba wtedy wielu RPi – wystarczy jeden dla wszystkich. Oczywiście nic nie stoi na przeszkodzie, żeby jeden użytkownik pracował lokalnie przy monitorze i klawiaturze podłączonym do RPi, a reszta łączyła się zdalnie.

Do pracy zdalnej na komputerze używa się najczęściej **darmowego programu Putty**. Wykorzystując Putty, otwieramy połączenie SSH do RPi, podając jej adres IP (mówimy wtedy, że Putty jest klientem SSH). Standardowe konto RPi to wspomniane „pi”, a hasło „raspberry”. Serwer SSH jest domyślnie włączony na RPi. Jeżeli tak nie jest, aby go uruchomić, można użyć konfiguratora („sudo raspi-config”, opcja Advanced Options/SSH).

Kluczowa kwestia to **znajomość adresu IP naszego RPi**. Adres IP najczęściej zapisuje się jako cztery liczby z zakresu 0 do 255, oddzielone kropkami, np.

„192.168.1.68”. Każde urządzenie w sieci musi mieć taki adres. Dzięki niemu (i kilku innym właściwościom) router może identyfikować urządzenia i zarządzać ruchem do i od nich. Problem polega na tym, że najczęściej router domowej sieci dynamicznie przydziela adresy (z użyciem serwera DHCP). RPi domyślnie oczekuje więc, że taki adres dostanie (nie „wymyśla” sobie adresu sama). W takim układzie adres IP naszego RPi może się za każdym startem różnić. Oczywiście niektóre routery będą same próbować przypisać danemu urządzeniu zawsze ten sam adres, ale nie jest to żadną regułą.

Są dwa sposoby rozwiązania tego problemu:

- ustawienie dla RPi stałego adresu i ograniczenie puli adresów dostępnych dla serwera DHCP na routerze;
- ustawienie statycznego adresu dla RPi na serwerze DHCP.

W pierwszym przypadku odpowiednio modyfikujemy na RPi plik „/etc/interfaces”, ustawiając stały adres IP. Konieczne jest również zmodyfikowanie ustawień serwera DHCP (znajdującego się na routerze) – tak, żeby żadnemu z urządzeń nie przydzielił on adresu wybranego przez nas dla RPi. Można to zrobić poprzez np. ograniczenie puli adresów dostępnych dla serwera DHCP. Dla RPi ustawiamy wtedy adres spoza tej puli. Zabieg ten jest konieczny. Inaczej w jednej sieci mogą pojawić się dwa urządzenia o tym samym adresie: nasz RPi (o adresie wybranym przez nas) i drugie – o tym samym adresie przyznanym automatycznie przez serwer DHCP routera. Taki konflikt sprawi, że **żadne z urządzeń nie będzie działało poprawnie**.

Zalecam inne podejście: modyfikację reguł serwera DHCP tak, żeby naszemu RPi zawsze przydzielał on ten sam adres. Sposobów na konfigurację serwera DHCP jest tyle co routerów. Pozostaje przeczytanie odpowiedniego rozdziału w instrukcji obsługi. Podpowiem, jak

Tabela 1. Podstawowe komendy Linuksa dla RPi

Komenda	Rezultat	Uwagi
sudo halt	zatrzymuje RPi poprzez kontrolowane zamknięcie systemu	„sudo” umożliwia wykonanie komendy podanej po prawej stronie z prawami administratora
sudo reboot lub sudo shutdown-r now	restartuje RPi	
sudo raspi-config	wywołuje konfigurator systemowy	
nano	otwiera edytor plików	np. sudo nano /etc/network/interfaces
ifconfig	konfiguracja interfejsów sieciowych	konfiguruj w pliku /etc/network/interfaces
ping pl.wikipedia.org	sprawdza, czy można połączyć się z danym serwerem; tu – z polską Wikipedią. Można używać np. do diagnostyki połączenia z Internetem	uwaga: ze względów bezpieczeństwa, niektóre serwery mają zablokowaną obsługę „ping”; polecenie „ping” zwróci wtedy błąd, co nie oznacza wcale niemożności nawiązania połączenia
sudo apt-get update	uaktualnienie bazy danych zainstalowanych pakietów (aplikacji, bibliotek)	wykonuj regularnie: najpierw Update, potem Upgrade
sudo apt-get upgrade	aktualizacja pakietów	
sudo apt-get install *	instalacja aplikacji (pakietów); zamiast „*” użyj nazwy aplikacji	
sudo apt-get remove *	usuwanie aplikacji (pakietów)	
startx	wystartuj interfejs graficzny	



można to zrobić dla dwóch popularnych urządzeń dostarczanych przez Orange i Netię.

Dla routera LiveBox 2.0 Orange:

- podłącz RPi do routera i upewnij się, że dioda LNK się świeci;
- wejdź na stronę konfiguracyjną routera, podając adres <http://192.168.1.1> (domyślny, może być inny);
- w prawym górnym rogu wpisz hasło administratora i kliknij opcję Zaloguj;
- wybierz górną poziomą zakładkę Zaawansowane i poniżej zakładkę DHCP;
- na dole strony znajduje się ramka „Statyczny adres IP”;
- w pierwszym wierszu, w kolumnie Nazwa, wybierz swoje urządzenie i kliknij przycisk Dodaj, znajdujący się w kolumnie ostatniej.

Dla routera Netia Spot:

- podłącz RPi do routera i upewnij się, że dioda LNK się świeci;
- wejdź na stronę routera, podając adres <http://192.168.1.254> (domyślny, może być inny);
- zaloguj się na konto administratora, podając jako konto „admin” i odpowiednie hasło;
- wybierz zakładkę Usługi, a potem – Dystrybucja adresów IP;
- kliknij przycisk „Lista połączeń”;
- znajdź na liście swoje RPi, a w ostatniej kolumnie, Działanie, kliknij ikonkę z ołówkiem (Edytuj);
- zaznacz opcję „Typ statycznej dzierżawy”, zapamiętując przyporządkowany adres.

Pozostaje teraz uruchomić na komputerze program Putty, w polu „Host name” podać zapamiętany adres IP, w polu „Connection type” zaznaczyć SSH i kliknąć Open. Powinniśmy zobaczyć okienko linii komend, z zachętą do wpisania loginu „Login as:”. Domyślne konto to „pi”, a hasło „raspberrypi”.

Wstało...

Gdy wszystko działa, warto pamiętać o **regularnym uzupełnianiu systemu** o poprawki i najnowsze wersje bibliotek. Komendy „`sudo apt-get update`” i „`sudo apt-get upgrade`” powinny stać się Waszym nawykiem – podobnie jak wspomniane wcześniej kopie obrazu systemów. Praca zdalna będzie głównym sposobem korzystania z RPi – ale musimy mieć możliwość wymiany plików z innymi komputerami. W tym celu należy zainstalować serwer FTP (np. vsftpd). Bardziej zaawansowani użytkownicy mogą pomyśleć o serwerze Samba. Jednym z przydatnych programów do zarządzania plikami jest Midnight Comander (instalacja: „`sudo apt-get install mc`”).

Wreszcie przyszedł czas, żeby **pomyśleć o instalacji Xming**. Dzięki temu oprogramowaniu można zdalnie uzyskać dostęp do interfejsu graficznego. Zobaczcie przykład instalacji, np. <http://straightrunning.com/XmingNotes/pixming.php>. Inna możliwość to instalacja zdalnego pulpitu typu VNC (zob. tightVNC, [2]).

...i padło!

Jak wspominaliśmy, RPi nie ma pamięci nieulotnej. System operacyjny i wszystkie pliki zapisywane są na karcie SD. Zaletami takiego rozwiązania są **prostota i niska cena**. Wada to **kapryśność kart SD**. Zdarzają się błędy w zapisie, zwłaszcza w przypadku wyjęcia czy przypadkowego rozłączenia karty podczas działania RPi. Często kończy się to tym, że RPi nie uruchamia się lub uruchamia bez możliwości dostępu w trybie zdalnym. Wtedy konieczne jest serwisowanie z użyciem monitora i klawiatury podłączonych bezpośrednio do RPi (stąd wcześniejsze uwagi o konieczności zapewnienia sobie takiej możliwości).

Moje dotychczasowe doświadczenia pokazują, że stosunkowo najwięcej kłopotów sprawia właśnie karta SD. Zdarzyło mi się, że RPi przestał odpowiadać. Na dzień przed prezentacją! Objawy typowe dla



3. Diody na płytce RPi

Fundacja Raspberry Pi

(www.raspberrypi.org) przedstawiła odświeżoną wersję modelu B: model B+. Najbardziej widoczne są dwa dodatkowe porty USB. Nowy moduł zasilania ma podnieść ich wydajność prądową nawet do 1,2A. W miejsce plastikowego, pełnowymiarowego SD wstawiono metalowe gniazdo microSD. Złącze GPIO urosło z 26 do 40 pinów. 9 pinów to dodatkowe wejścia/wyjścia uniwersalne. Dwa z dodatkowych pinów to szyna I²C zarezerwowana dla pamięci EEPROM, używanej do przechowywania konfiguracji portów lub sterowników linuxowych. Nowa płytka ma także 4 otwory montażowe znacznie sensowniej rozmieszczone niż 2 w wersji B. Gniazdo analogowe audio zintegrowano w nowe, 4-stykowe gniazdo kompozytowe. Wpięcie do niego 3,5 mm jacka audio umożliwi słuchanie muzyki poprzez słuchawki czy zewnętrzne głośniki. Testy i dokładniejszy opis modelu B+ wkrótce na łamach Młodego Technika.



Tabela 2. Podstawowe aplikacje

Narzędzie	Zastosowanie	URL do pobrania/instalacja	Uwagi
Noobs	pakiet/instalator systemu operacyjnego dla Raspberry Pi	www.raspberrypi.org/downloads	RPI
Putty (Windows)	Klient SSH, telnetu	http://www.putty.org/	terminal (PC)
Win 32 Disk Imager	nagrywanie/wczytywanie obrazu karty SD; kopie zapasowe	http://sourceforge.net/projects/win32diskimager/	terminal
vsftpd	serwer FTP	<code>sudo apt-get install vsftpd</code>	RPI
Midnight Commander	zarządzanie plikami	<code>sudo apt-get install mc</code>	RPI
Xming	zdalny klient graficzny	http://sourceforge.net/projects/xming/	terminal i RPI
tightVNC	zdalny pulpit	http://www.tightvnc.com/	terminal i RPI

karty to: dioda PWR się świeci, a system się nie ładuje (nie mruga dioda ACT). We wspomnianym wypadku problemem okazał się adapter karty. Używałem karty microSD w adapterze do rozmiaru SD. Po wymianie adaptera RPI wystartował bez problemu.

W razie problemów diagnostykę zaczynamy od **obsługi stanu diód systemowych**. RPI ma na płycie pięć diód:

ACT: zielona, sygnalizuje operacje na karcie, powinna migać nieregularnie;

PWR: czerwona, sygnalizuje stan zasilania, powinna świecić ciągle;

FDX: zielona, symbolizuje połączenie sieciowe typu „pełny duplex” (ang. *full duplex*), informacje przekazywane są w obydwu kierunkach jednocześnie, powinna świecić się ciągle;

LNK: zielona, sygnalizuje komunikację w sieci, powinna mrugać nieregularnie;

100: żółta, sygnalizuje tryb pracy sieci 100 Mb na sekundę.

Podstawowe objawy niewłaściwego działania to:

- **czerwona dioda PWR nie świeci się lub pulsuje:** problem związany z zasilaniem. Najpierw spróbujcie odłączyć wszystkie dodatkowe urządzenia podpięte do USB (również huby USB) i wystartować RPI jeszcze raz. Upewnijcie się, że używacie odpowiedniego zasilacza, który działa poprawnie; ewentualnie spróbujcie wymienić zasilacz;
- w chwilę po włączeniu zasilania (kilka sekund) **powinna zacząć mrugać zielona dioda ACT**. Jeżeli tak się nie stanie, RPI nie mógł znaleźć systemu na karcie;
- **regularnie mrugająca zielona dioda ACT** (np. szybko dwa, trzy, cztery razy) oznacza inne problemy z obrazem systemu, np. uszkodzenie lub brak plików „loader.bin” lub „start.elf” (zob. [1]);
- po podłączeniu monitora przy starcie **nie znika kolorowy ekran:** uszkodzony plik „kernel.img” (zob. [1]).

W większości powyższych wypadków konieczne będzie odświeżenie obrazu systemu na karcie SD. Dlatego jeszcze raz namawiam Was na **robienie regularnych kopii karty**.

Osobną kategorią są problemy, które mogą wynikać podczas doświadczeń z różnymi elementami elektronicznymi podłączanymi do wyjść GPIO. RPI jest wrażliwy na wszelkie zwarcia (podobnie zresztą jak większość kontrolerów). W ekstremalnym wypadku mogą one doprowadzić do spalenia płytki. Należy zwrócić tu szczególną uwagę na:

- zwarcie pinów zasilania 3,3 V (fizyczne piny 1 i 17) i 5 V (fizyczne piny 2 i 4) lub do pinów masy (GND, piny: 6, 14, 20 i 9, 25);
- podanie napięcia na piny skonfigurowane jako wyjściowe;
- użycie układów o logice 5V.

Ostatni przypadek jest stosunkowo częsty, zwłaszcza gdy do doświadczeń z RPI wykorzystujemy materiały szkoleniowe opracowane dla Arduino. Arduino posługuje się logiką 5 V a RPI logiką 3,3 V. Moduły o logice 5 V wymagają zasilania 5 V. RPI ma wyprowadzenia 5 V (fizyczne piny 2 i 4). Problem polega na tym, że odpowiedź takich modułów najczęściej jest również na poziomie 5 V. Wprowadzenie takiego wyjścia na pin RPI (oczekujący maksymalnie 3,3 V) **może skończyć się spaleniem RPI**. Za przykład niech posłuży moduł czujnika odległości HC-SR04. Nie wyklucza to wcale RPI z używania takich modułów. Po prostu nie można podłączyć ich wyjścia logicznego bezpośrednio do RPI. Trzeba zastosować specjalne układy konwertujące poziomy napięcia. Z reguły wystarczy jednak zwykły dzielnik napięcia (zwróćcie tu uwagę na możliwość wystąpienia wewnętrznych rezystorów).

Podsumowanie

Przedstawiłem podstawowe wyzwania, z którymi zetkniecie się w codziennej pracy z Raspberry Pi. Niektóre z opisanych zagadnień wymagają dodatkowej wiedzy z zakresu sieci komputerowych. W Internecie znajdziecie jednak wiele poradników, które krok po kroku wyjaśnią, jak rozwiązać każdy problem.

A już za miesiąc – kolejny stopień wtajemniczenia w Raspberry Pi. ■

Arkadiusz Merta

**Źródła*

[1] <http://goo.gl/2Igp0C>

[2] <http://rembiejewski.pl/blog/>