

Sterownik oświetlenia akwarium

Lampy jarzeniowe mają jedną, bardzo nieprzyjemną cechę użytkową. Poznał ją chyba każdy, kto wszedł do ciemnego pomieszczenia z zainstalowanymi świetlówkami i włączył je. Później, nauczony przykrym doświadczeniem, po włączeniu światła zamyka oczy i otwiera dopiero gdy świetlówki się „wymrugają”. My rozumiemy, dlaczego czasem światło gwałtownie zapala się lub gaśnie. Inaczej sprawa wygląda w wypadku ryb. Dla nich nietypowe bodźce w postaci hałasu, gwałtownych zmian oświetlenia czy temperatury są wysoce stresujące. W takich momentach ryby potrafią zachowywać się irracjonalnie: pływać w kółko lub gwałtownie przyspieszać, wpadać na siebie i różne przedmioty, a nawet wyskakiwać z akwarium.

Rekomendacje: urządzenie przyda się w każdym akwarium.

Różnie można tłumaczyć takie zachowanie, na przykład budową rybiego oka pozbawionego w większości wypadków powieki i znacznie wolniej reagującego na zmiany oświetlenia niż oko ludzkie. Badania ryb łososiowatych wykazały, że przystosowanie się wzroku do jasnego światła trwa u nich około 30 minut, a do ciemności nawet godzinę! Dlatego przy fotografowaniu ryb w akwarium należy wyłączać lampę błyskową i korzystać z istniejącego oświetlenia. W literaturze akwarystycznej można znaleźć opisy wpływu przejściowych pór doby, świtu i zmierzchu na prawidłowy rozwój niektórych roślin podwodnych. Zresztą nie trzeba być ichtiologiem, aby rozumieć, że decydując się na hodowanie ryb w niewoli, mamy obowiązek stworzenia im warunków zbliżonych do naturalnych, a w naturze słońce nie pojawia się nagle w postaci wielkiej żarówki tuż nad powierzchnią wody. Rosnąca

**AVT
5315**



różnorodność hodowanych ryb, również egzotycznych, powoduje, że obecne akwaria to skomplikowane połączenie biologii (ryby, roślinność, pokarm), chemii (odczyn wody), fizyki (temperatura, oświetlenie, falowanie wody) i elektroniki (odmierzenie czasu, sterowanie).

W sklepach z akcesoriami akwarystycznymi są dostępne sterowniki, które kompleksowo zarządzają całym wyposażeniem akwarium: regulują temperaturę, kontrolują odczyn wody, sterują karmnikami oraz oświetleniem. Takie urządzenia były również opisywane na łamach „Elektroniki Praktycznej”.

Z drugiej strony, wiele urządzeń jest autonomicznych np. grzałki mają wbudowane termostaty, mechaniczne karmniki są wyposażone w programowane zegary. Oświetleniem zazwyczaj steruje zwykły zegar czasowy, który o określonej porze załącza i wyłącza świetlówki. Takie rozwiązanie nie jest prawidłowe ze względu na powodowany dyskomfort i dlatego proponujemy budowę sterownika oświetlenia.

Od kilku lat można zaobserwować w akwarystyce wzrost popularności opraw oświetleniowych zbudowanych w oparciu o rury fluorescencyjne. Podobnie jak w typowych zastosowaniach, świetlówki mają wiele pozytywnych cech za wyjątkiem jednej, dosyć istotnej wady – kosztownego układu zapłonowego i sporych trudności w regulacji natężenia oświetlenia. Nawet mając świet-

AVT-5315 w ofercie AVT:
AVT-5315A – płytka drukowana

Podstawowe informacje:

- Współpraca z fabrycznym zapłonikiem elektronicznym,
- Wyjście analogowe 1...10 V,
- Możliwość całkowitego wyłączenia napięcia sieci,
- Łatwe programowanie,
- Podtrzymanie bateryjne (3 ogniwa R6).

Dodatkowe materiały na CD/FTP:
<ftp://ep.com.pl>, user: 14464, pass: 87f371o5

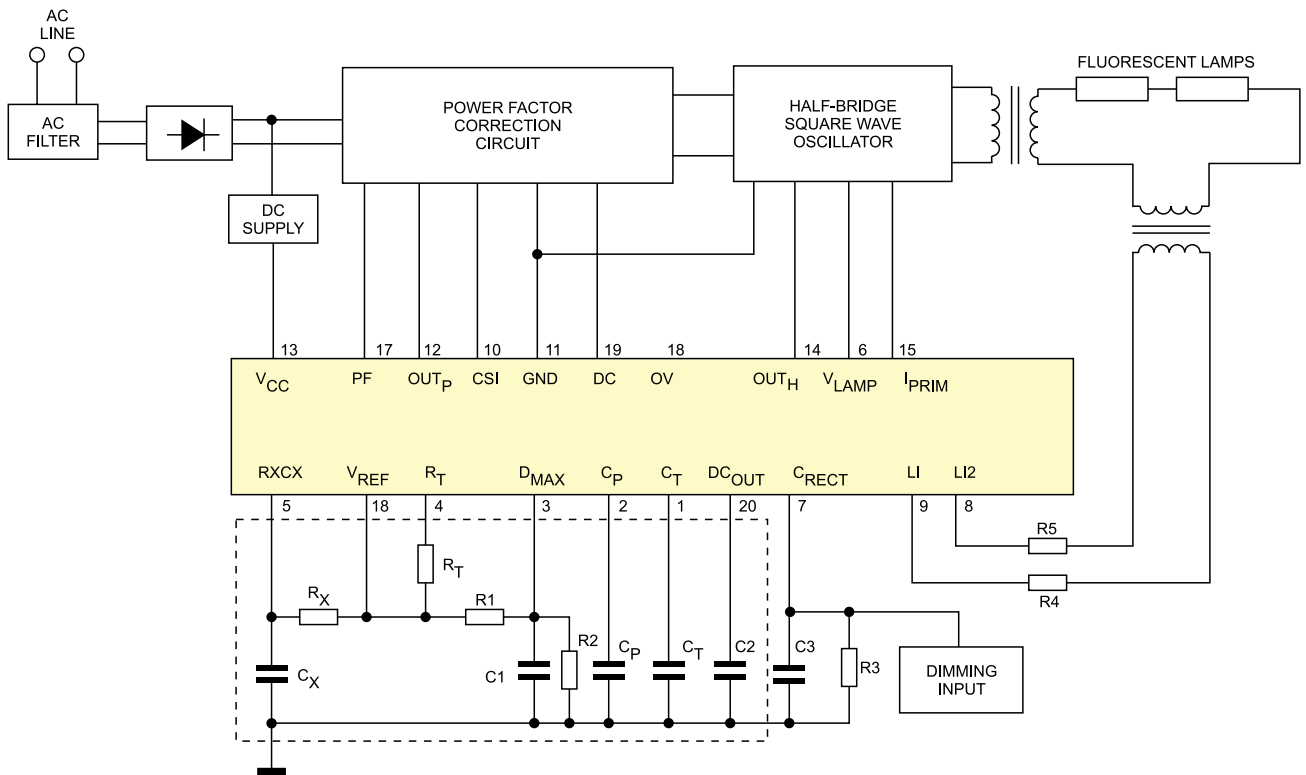
- wzory płytek PCB
- karty katalogowe i noty aplikacyjne elementów oznaczonych w Wykazie elementów kolorem czerwonym

Projekty pokrewne na CD/FTP:
(wymienione artykuły są w całości dostępne na CD)

- AVT-5144 Sterownik akwarium (EP 8-9/2008)
- AVT-980 Sterownik akwarium (EP 3-4/2007)
- AVT-1367 Regulator temperatury w akwarium (EP 6/2003)
- AVT-2657 Akwariowy dozownik pokarmu (EdW 3/2003)
- AVT-2493 Sterownik (niekoniecznie) akwarium (EdW 11/2002)
- AVT-1322 Regulator temperatury w akwarium (EP 8/2001)

łówki z zapłonikiem elektronicznym, trudno zdobyć sterownik, który w płynny sposób pozwoli załączyć i wyłączyć oświetlenie akwarium o stałych porach.

Niniejszy projekt jest wypełnieniem tej luki. Oczywiście sterownik można zastosować nie tylko w akwariach, ale wszędzie tam, gdzie hodowana fauna lub flora wymaga zachowania dziennego cyklu światła. Ze względów bezpieczeństwa zdecydowaliśmy się na zastosowanie gotowego, fabrycznego

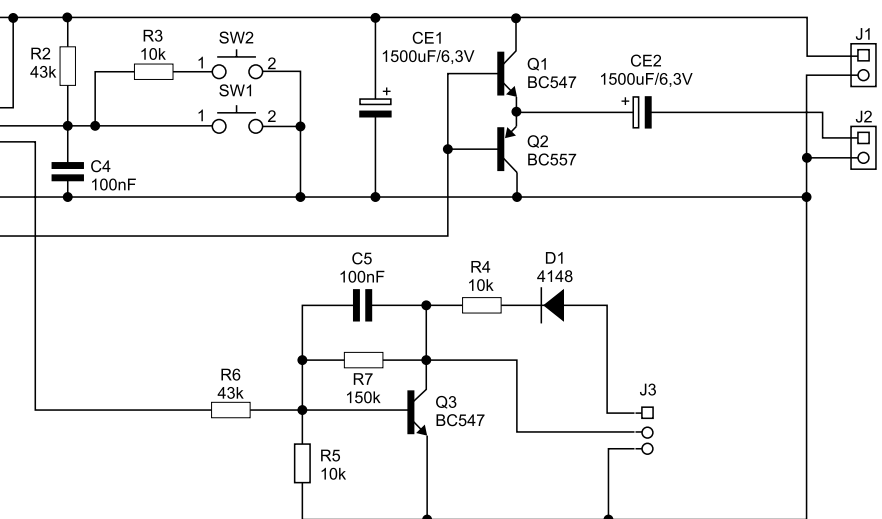


Rysunek 1. Budowa statecznika elektronicznego

go zapłonika do świetlówek. Układ elektroniczny takiego zapłonika może nie jest bardzo skomplikowany, za to najeżony transformatorami i kondensatorami, które muszą spełniać normy bezpieczeństwa. W dodatku ze względu na wysokie napięcia stałe występujące w układzie i wilgotne otoczenie obudowa musi zapewniać bezpieczeństwo i nie ma tu miejsca na prowizorkę.

Na naszym rynku stosunkowo dużą popularność zdobyły sobie zapłoniki i świetlóówki firm Philips Lighting oraz OSRAM. Wprawdzie nie należą do najtańszych, ale w porównaniu z innymi są bardziej niezawodne i trwałe. Niestety, te najprostsze zapłoniki z analogowym wejściem sterującym nie potrafią całkowicie wygasić świetlówek. Dlatego konieczne było zastosowanie dodatkowego przekaźnika odcinającego zapłonik od sieci energetycznej.

Układ elektryczny sterownika staraliśmy się maksymalnie uprościć. Zrezygnowaliśmy na przykład z wyświetlania aktualnego czasu. To z kolei pozwoliło zrezygnować z przycisków, które w tego typu urządzeniach służą do nastawiania zegara i programowania godziny załączania i wyłączania. Nie zrezygnowaliśmy z podtrzymania bateryjnego. Wprawdzie zaniki napięcia w sieci ener-



Rysunek 2. Schemat ideowy sterownika

tycznej nie są obecnie częste, ale ze względu na sposób programowania nawet one byłyby kłopotliwe.

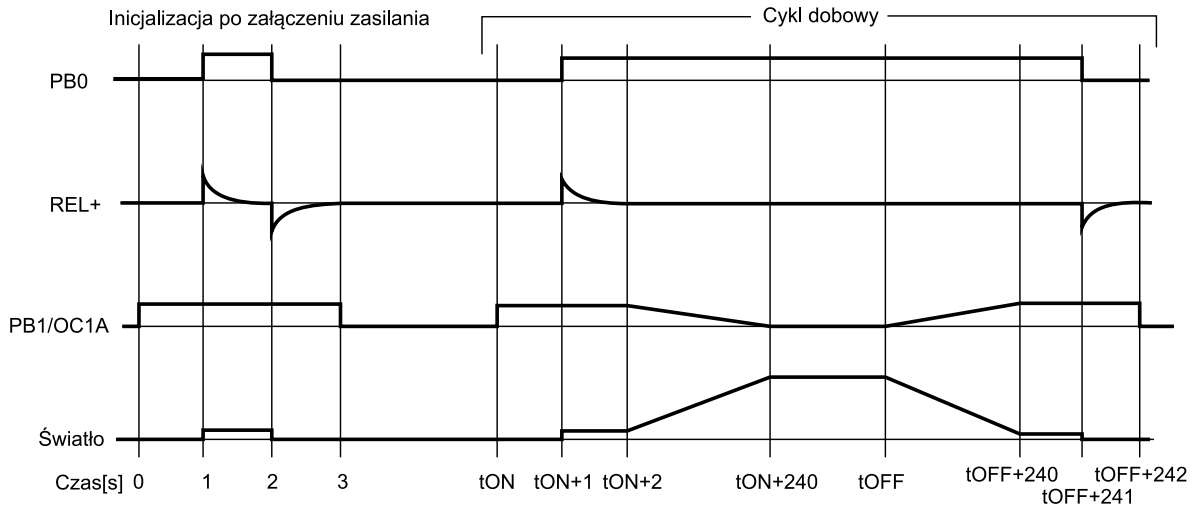
Zapłoniki elektroniczne i świetlóówki

Na rynku dostępne są specjalistyczne świetlóówki przeznaczone do oświetlania akwariów. W zależności od potrzeb (akwarium morskie, biotop „Malawi” itp.) można dobrać odpowiednią moc i widmo promieniowania emitowanego przez lampę. Spośród kilku typów najbardziej popularne są: Philips Aquarelle, Diversa Opti Natura, Sun-Glo i wiele innych. Świetlóówki mają typowy kształt rury umożliwiający równomierne oświetlenie akwarium i długość zależną od mocy. Standardowy jest za to trzonek T5/

T8, co umożliwia stosowanie standardowego osprzętu (oprawy, zapłoniki) dostępnego w sklepach elektrotechnicznych.

Podstawą systemu oświetlenia jest zapłonik elektroniczny. Na rysunku 1 pokazano przykładowe rozwiązanie układu zapłonika zbudowanego w oparciu o układ NE5565.

Podstawową funkcją zapłonika jest wygenerowanie wysokiego napięcia, koniecznego do zapłonu gazu w lampie. W zależności od modelu zapłon może odbywać się „na zimno” bez podgrzewania skrętek, co jest tanie w realizacji, ale niekorzystnie odbija się na trwałości świetlówek. Znacznie korzystniejszy pod tym względem jest zapłon „na gorąco”, gdzie zapłonik rozgrzewa wstępnie jedną lub obie skrętki żarnika.



Rysunek 3. Przebiegi napięć w układzie sterownika

Oprócz zapłonu do realizacji pozostają wszelkie funkcje zabezpieczające i zwiększające trwałość świetlówek, np.: blokada zapłonu uszkodzonej świetlówek, automatyczne wyłączenie grzejników po nagraniu, poprawa współczynnika mocy PFC itp. We współczesnych zapłonnikach pojawiła się też wyczekiwana funkcja regulacji jasności podnosząca komfort użytkownika oprawy. Układ NE5565 firmy Philips nie jest już może szczytowym osiągnięciem techniki oświetleniowej, ale doskonale nadaje się do przedstawienia zasady działania zapłonika elektronicznego. Zazwyczaj zapłonnik jest zasilany z ogólnodostępnej sieci energetycznej 230 V_{AC}. Niektóre typy akceptują zasilanie z sieci prądu stałego 240 V_{DC} (bateria akumulatorów) stosowanej w instalacjach oświetlenia awaryjnego. Ta informacja może się przydać przy realizacji oświetlenia w większych akwariach. Napięcie przemiennie zostaje wyprostowane i wchodzi na blok korekcji współczynnika mocy PFC, którego zadaniem jest utrzymywaniu zbliżonego do rezystancyjnego charakteru obciążenia. Wyprostowane i odfil-

trowane napięcie zasilania przetworznicę w.c.z. zasilającą obwód lampy fluorescencyjnej oraz w zależności od typu zapłonika – również skrętki grzejników. Obwód pomiarowy kontroluje i stabilizuje prąd wyładowania, zabezpiecza poprawny zapłon i regulację mocy.

Do regulacji jasności oprawy wykorzystuje się dzisiaj w zasadzie dwa standardy, analogowy lub cyfrowy DALI. Standard analogowy dopuszcza sterowanie potencjometrem, napięciem 1...10 V lub przebiegiem o amplitudzie 10 V i zmiennym wypełnieniu. Do naszego celu wystarczy zapłonnik regulowany sygnałem napięciowym 1...10 V i dostosowany do wybranego typu świetlówek.

Warstwę fizyczną „interfejsu 1-10V” opisuje norma PN-EN 60929 „Stacjonarne elektryczne prądu przemiennego”. Najważniejsze dla nas informacje tam zawarte to zakres napięcia sterującego wynoszący od 1 V (minimalna jasność) do 10 V (pełna moc), przy czym dopuszcza się napięcie od 0 V. Z każdego wejścia może wypływać prąd o natężeniu 0,2...1 mA (typowo 0,3 mA). Sterownik powinien móc przyjąć prąd 100 mA przy 1 V i 50 mA przy 10 V, co pozwala mu regulować napięcie na maksymalnie 50 zapłonnikach. Z drugiej strony sterownik musi skutecznie regulować napięcie w pełnym zakresie na pojedynczym wejściu, gdy wpływający do niego prąd wynosi 0,2 mA. Takie rozwiązanie pozwala sterować jasnością jednego zapłonika za pomocą potencjometru o typowej rezystancji 50 kΩ.

Poszukując informacji na temat „interfejsu 1-10V” można napotkać opinie, że w handlu można znaleźć zapłonniki współpracujące tylko z dedykowanymi regulatorami. Polega to na tym, że zapłonnik nie podciąga swojego wejścia do +10 V. Dlatego w wszelki wypadek wyposażyliśmy sterownik w złącze „+10V”, które umożliwi podłączenie zewnętrznego źródła tego napięcia. W praktyce powinna wystarczyć w tym miejscu bateria typu 6F22 o napięciu 9 V, ponieważ prąd jest

pobierany tylko w czasie rozjaśniania i wygaszania i nie przekracza 1 mA.

W standardzie analogowym nie przewidziano całkowitego wyłączenia świetlówek, a tylko regulację jasności. Standard DALI (*Digitally Addressable Lighting Interface*) umożliwia cyfrową regulację mocy wraz z załączeniem i wyłączeniem oprawy oraz grupowanie opraw w celu realizacji scenariuszy świetlnych. Przy tym instalacja sterująca jest bardzo prosta, gdyż wymaga tylko dwóch przewodów. Należy wspomnieć, że wejścia sterujące są zawsze odizolowane galwanicznie od sieci energetycznej, ale nie jest to izolacja podwójna (II klasy), więc należy zachować wzmoczoną ostrożność przy manipulacjach w obwodach sterowania zapłonika.

Schemat elektryczny sterownika

Mimo pozornej prostoty układu elektrycznego sterownika przedstawionego na **rysunku 2** zastosowano w nim kilka nietypowych rozwiązań sprzętowych i programowych, które pozwoliły na ograniczenie poboru prądu. Dzięki temu prąd czerpany z baterii w czasie spoczynku wynosi 23 μA i rośnie do 5,3 mA tylko podczas rozjaśniania i wygaszania. Osiągnięto to przede wszystkim dzięki obniżeniu częstotliwości sygnału zegarowego taktującego rdzeń mikrokontrolera. Jest on generowany z użyciem kwarcu „zegarkowego” o częstotliwości 32768 Hz, co znacząco redukuje prąd pobierany przez mikrokontroler. Chęć zastosowania procesora w 8-nóżkowej obudowie ograniczyła liczbę dostępnych przewodów do trzech.

Przez wejście PB2 jest odczytywany stan przycisków SW1 (OFF) i SW2 (ON). Dzielnik zbudowany z rezystorów R2 i R3 powoduje, że przy wciśnięciu przycisku SW2 na wejściu PB2 pojawia się napięcie równe 10 kΩ / (43 kΩ + 10 kΩ) × V_{cc}, czyli około 0,85 V. Z kolei naciśnięcie SW1 powoduje podanie na PB2 napięcia bliskiego 0 V. W obu wypadkach napięcie jest niższe od napięcia

Wykaz elementów

Rezystory:

R1, R2, R6: 43 kΩ
R3, R4, R5: 10 kΩ
R7: 150 kΩ

Kondensatory:

C1, C2: 12 pF
C3, C4, C5: 100 nF
CE1, CE2: 1500 μF/6,3 V

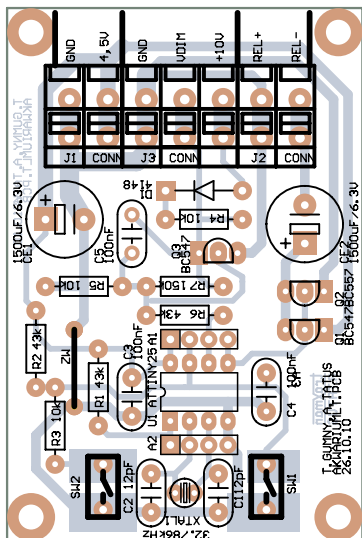
Półprzewodniki:

D1: 1N4148
U1: ATtiny25
Q1, Q3: BC547
Q2: BC557

Inne:

XTAL1: 32768 kHz
SW1, SW2: dip switch 3×6
J1, J2: WAGO_235_2
J3: WAGO_235_3
REL: PE014H03 (przełącznik bistabilny z cewką na napięciu 3 V)
BAT: KEYS2487 (zasobnik na 3 baterie R6)





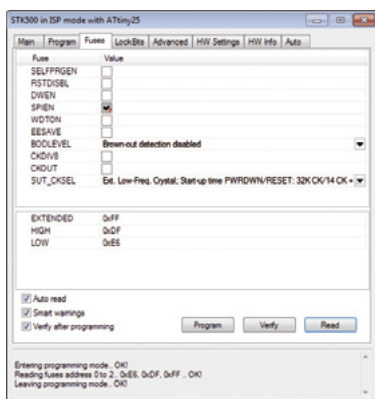
Rysunek 4. Rozmieszczenie elementów

Sygnal napięciowy sterujący jasnością jest tworzony przez całkowanie sygnału PWM wychodzącego z wyjścia OC1A (PB1). Timer T1 wykorzystany do generowania tego przebiegu pracuje z zegarem 64 MHz. Tę częstotliwość uzyskuje się przez powielenie w układzie PLL sygnału z wbudowanego oscylatora RC. Czas rozjaśniania i wygaszania jest stały, wynosi 240 sekund i tylko w tym czasie potrzebne jest napięcie sterujące. Dzięki temu wszystkie wymienione peryferia są włączane tylko na 8 minut w ciągu doby.

Montaż sterownika

Sterownik zmontowany jest na niewielkiej jednostronnej płytce drukowanej, zawierającej wszystkie elementy oprócz przełącznika bistabilnego i pojemnika na baterie. Montaż jest typowy i nie wymaga szczegółowego opisu. Rozmieszczenie elementów przedstawiono na rysunku 4. Obok podstawki procesora umieszczono dwa złącza A1/A2 umożliwiające programowanie procesora bezpośrednio w płytce drukowanej. Układ po złutowaniu i zaprogramowaniu mikrokontrolera jest gotowy do pracy.

Na płytce drukowanej nie ma standardowego 6- lub 10-igłowego złącza ISP, dla-



Rysunek 5. Ustawienia fusebitów

tego do programowania należy użyć przewodu „rozszytego” na poszczególne sygnały. Po dołączeniu programatora wystarczy zapisać do pamięci Flash mikrokontrolera plik <AQUA.HEX> oraz ustawić fusebity zgodnie z rysunkiem 5. Ze względu na niską częstotliwość kwarcu, w razie konieczności ponownego zaprogramowania procesora, konieczne jest ustawienie częstotliwości przebiegu taktującego interfejs ISP na kilka kiloherców.

Uruchomienie sterownika

Przed włączeniem zasilania należy dokładnie sprawdzić poprawność montażu elementów, potem można dołączyć zasilanie. Po upływie około 1 sekundy powinno być słyszalne jedno lub dwa przełączenia przełącznika.

Wstępnego sprawdzenia można dokonać bez podłączania sterownika do zapłonika ze świetłówkami. Wystarczy podłączyć między masę i złącze „+10V” baterię 9 V lub zasilacz. Po naciśnięciu przycisku SW2 powinna nastąpić zmiana stanu przełącznika, a napięcie na złączu VDIM powinno stopniowo rosnąć. Z kolei naciśnięcie przycisku SW1 musi zainicjować stopniowe obniżanie napięcia na VDIM zakończone po 4 minutach wyłączeniem przełącznika. Jeśli wszystko działa prawidłowo, powtarzamy sprawdzenie z podłączonym zapłonikiem, świetłówkami i zestykami przełącznika wpiętymi w przewód zasilający. Niektóre typy zapłonników do poprawnej pracy mogą wymagać podłączenia uzziemienia.

Model sterownika został przetestowany z dwoma zestawami oświetleniowymi.

Pierwszy, przedstawiony na fotografii 6 składał się z zapłonika typu Quicktronic Intelligent QT-T/E 2x18-42 DIM firmy OSRAM i dwóch świetlówek kompaktowych Dulux D/E 18W tej samej firmy.

Zestaw firmy Philips pokazany na fotografii 7 składał się z zapłonika HF-R 218 TLD 220-240 i dwóch świetlówek rurowych typu LF 18W/54-765. Dokładność odmierzenia czasu wynosiła w modelu około 1,5 sekundy/dobę bez dokonywania jakiegokolwiek kalibracji.

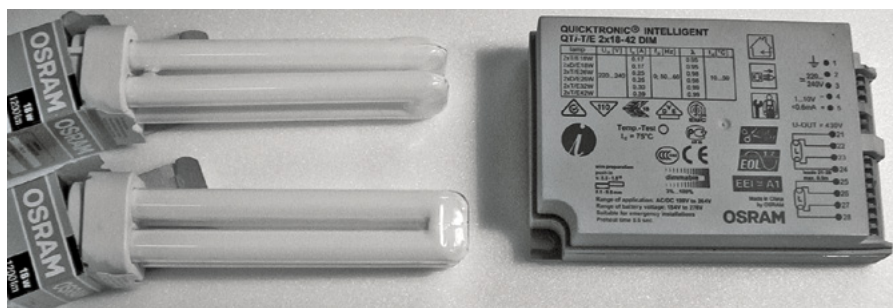
Obsługa sterownika

Obsługa sterownika jest elementarnie prosta: gdy oświetlenie akwarium powinno zacząć się rozjaśniać – naciskamy przycisk SW2(ON). W chwili gdy oświetlenie powinno gasnąć – naciskamy SW1(OFF). Przy tym nie ma znaczenia, czy lampy były wcześniej załączone, czy wyłączone. Sterownik będzie powtarzał te działania dokładnie co 24 godziny.

Sterownik pobiera niecałe 1,5 mAh na dobę. Producenci ogniwi deklarują, że pojemność ogniwi alkalicznych R6 przekracza 1800 mAh. To oznacza ponad 3 lata pracy sterownika na jednym zestawie baterii.

Jeśli wymiana baterii zostanie dokonana poza okresem rozjaśniania/wygaszania i czasie krótszym niż 30 sekund, to zasilanie będzie podtrzymane przez kondensator CE1 i ustawienia sterownika nie zostaną utracone.

Adam Tatus
 atatus@op.pl
Tomasz Gumny
 tomasz.gumny@ep.com.pl



Fotografia 6. Testowy zestaw oświetleniowy firmy OSRAM



Fotografia 7. Testowy zestaw oświetleniowy firmy Philips