

Sterownik montażu paralaktycznego

(link do filmu: <https://youtu.be/vYUyE2-Yopo> - w nawiasach podano miejsce danego opisu)

Podstawowe informacje

Urządzenie posiada wyświetlacz 2x16 znaków oraz 6 klawiszy funkcyjnych i współpracuje z modułem połączeniowym łączącym silniki obu osi a także zapewnia pracę guide w systemie ST4. Sterownik posiada zegar czasu rzeczywistego oraz sterowniki sprzętowe silników krokowym z **mikrokrokiem 1:32**. Łączna przekładnia silników 1.8 stopnia po mikrokrokach wynosi 6400.

Klawisz środkowy (tu czerwony) pełni z reguły rolę klawisza „enter” do zatwierdzania wyboru.



Klawisze poziome (tu w kolorze czarnym) służą z reguły do przesuwania kursora na wybraną opcję wyboru a klawisze pionowe (tu w kolorze niebieskim) do zmiany wartości w danym kontekście. Dodatkowy klawisz z prawej strony u góry (tu żółty) wykorzystywany jest jako klawisz „escape” np. do przerywania skoku goto i w niektórych innych przypadkach np. podczas edycji bazy obiektów OWN.

Po włączeniu zasilania pojawia się ekran powitalny a po nim informacja o dacie i czasie. Jeśli w tym czasie zostanie naciśnięty **klawisz środkowy** to układ przejdzie do funkcji opcjonalnych opisanych dalej a w przeciwnym wypadku układ przejdzie do głównego menu.



Główne menu sterownika zawiera cztery funkcje. Wybór funkcji odbywa się przez podświetlenie kursorem pierwszej z liter funkcji za pomocą klawiszy poziomych a jej uruchomienie za pomocą klawisza środkowego.

Funkcja **Inf** opisuje wersję oprogramowania sterownika

Funkcja **Set** ma charakter historyczny i dotyczy uruchomienia ustawień sterownika przeniesionych do funkcji opcjonalnych.

Funkcja **Obj** prowadzi do wyboru bazy danych o obiektach a następnie do wyboru obiektu do śledzenia lub skoku goto.

Funkcja **Run** uruchamia śledzenie lub skok goto.



Najczęściej używanymi funkcjami w typowej pracy z montażem są funkcje dostępu do bazy danych o obiektach → **Obj** oraz uruchomienie śledzenia lub goto → **Run**.

Wybór obiektu z bazy (01:11)



Pod skrótem **Obj** kryją się cztery bazy danych obiektów:

PLA → Słońce, Merkury, Wenus, Mars, Jowisz, Saturn, Uran, Neptun

DSO → obiekty głębokiego nieba (mgławice, galaktyki itp.) występujące pod nazwami **Messier** (np. M45), pod nazwami własnymi (np. Pleiades) lub pod nazwami z katalogów **Ngc i IC**. Ta baza zawiera ponad 5500 obiektów DSO nieba północnego do 12-tej wielkości gwiazdowej.

STA → to baza danych gwiazd nieba północnego do ok. 7-mej wielkości gwiazdowej wyszukiwanych po nazwie własnej (np. Kochab, Polaris, Vega) lub po nazwie z katalogu HIP (np. Kochab to HIP72603, Vega to HIP91262).

OWN → to własna baza obiektów konfigurowalna np. dla bieżących potrzeb obserwacyjnych. Sposób dodawania i usuwania rekordów z tej bazy został pokazany przy opisie funkcji edytora.

Obiekty w bazie planet umieszczone są w kolejności jak podano wyżej, obiekty w bazach STA i DSO umieszczone są zgodnie z rosnącą współrzędną Ra od 0.001 do 23.999 stad wynika efekt dłuższego czasu wyszukiwania obiektów o większej wartości Ra.

Nazwa obiektu w bazie



Wybór odpowiedniego obiektu wymaga wyboru bazy danych przez umieszczenia kursora pod nazwą bazy i akceptacji środkowym klawiszem. Po wybraniu bazy otwiera się okno dialogowe pozwalające na definicję obiektu do obserwacji. W górnej linii wyświetlacza znajduje się lista dostępnych znaków a znakiem aktywnym jest ten z kursorem. Przesuwanie kursora

klawiszami poziomymi powoduje dostęp do wszystkich liter alfabetu. Wyboru znaku do nazwy dokonuje się za pomocą dolnego klawisza pionowego. Ostatnio wprowadzony znak można usunąć górnym klawiszem pionowym. **Nazwa może zawierać pełną lub skróconą nazwę własną lub nazwę z katalogu Messier, NGC, IC lub HIP.** Im więcej wprowadzonych znaków tym łatwiejsza identyfikacja obiektu w bazie. Dla przykładu pokazano wyszukiwanie po skróconej nazwie gwiazdy **Kochab** przez podanie wyłącznie frazy **Ko** i zatwierdzenie klawiszem środkowym. W szczególnych



przypadkach może się okazać, że w bazie istnieje wiele obiektów zawierających skróconą frazę np. szukając w bazie obiektu Messier M3 uzyska się jako wynik wyszukiwania początkowo M32 (z najmniejszą wartością Ra). Należy wówczas użyć dolnego klawisza pionowego aby system przeszedł do kolejnego obiektu zawierającego tą frazę aż w końcu pojawi się żądana nazwa M3.



Wybór obiektu zatwierdza się środkowym klawiszem a system rozwinie opis wybranego obiektu o pełną nazwę i jego katalogowe współrzędne Ra/De.

Obiekt zatwierdza się ostatecznie klawiszem środkowym a system przechodzi wtedy do poziomu głównego menu (Run, Obj, Set, Inf). Można w tym momencie wybrać inny obiekt powtarzając ponownie opisaną procedurę wyboru obiektu z bazy (wybór Obj) lub wybrać funkcjonalność Run, która zadziała inaczej w zależności od tego czy był to pierwszy wybór

obiektu (w procedurze synchronizacji montażu z niebem) czy też chcemy wykonać skok goto.

Synchronizacja obiektu z niebem i tryb śledzenia (01:11, 05:22)

Przed rozpoczęciem pracy z systemem sterowania należy prawidłowo zorientować montaż w przestrzeni za pomocą dobrze opisanych metod (np. metodą dryftu). Kolejnym krokiem jest wybór



obiektu referencyjnego na niebie (jasna gwiazda najlepiej w pobliżu przewidywanego obszaru obserwacji) oraz wybór tego obiektu z bazy danych w sposób opisany poniżej. Uruchomienie po raz pierwszy opcji **Run** dla wybranego obiektu spowoduje, że system zacznie śledzić wybrany obiekt i od tego momentu aktywne stają się funkcje **korekty ręcznej** położenia obiektu w okularze, funkcja **goto** oraz **guide**. W trybie śledzenia, w górnej linii pokazana jest nazwa obiektu a w dolnej linii jego aktualne położenie na lokalnym niebie jako azymut (z

lewej) i wysokość nad horyzontem (z prawej) wyrażone w stopniach. Dane te są uaktualniane co ok. 0.5 sekundy. Na zdjęciu widać obiekt M3 w trybie śledzenia mający chwilowy azymut ok. 93 stopnie oraz wysokość nad horyzontem ok. 40 stopni.

Korekta manualna (12:19)

W trybie śledzenia możliwa jest manualna korekta położenia obiektu w okularze. W tym celu należy użyć **dodatkowego klawisza escape** (tu żółty) co spowoduje zatrzymanie silnika osi Ra i pojawienie się z prawej strony górnej linii napisu **M1** (manual 1). Używając klawiszy pionowych lub poziomych można dokonywać przemieszczeń montażu odpowiednio w osiach De i Ra. Dodatkową funkcją środkowego klawisza jest w tym trybie zmiana prędkości trybu manualnego cyklicznie: **M1** → **M2** → **M3** → **M1** → **M2** itd. Wyjście z trybu korekty manualnej następuje po ponownym użyciu klawisza **escape** a system podejmuje śledzenie dla uprzednio wybranego obiektu.

Skok goto (06:28)

Jeśli system jest w trybie śledzenia obiektu to jest możliwy do wykonania skok goto z tego obiektu do innego poprzez wybór obiektu z bazy danych obiektów za pomocą **klawisza środkowego**. Otworzy się wtedy menu wyboru bazy danych (**PLA DSO STA OWN**) a obiekt do skoku należy wybrać w sposób opisany wcześniej i na końcu procedury wybrać funkcję **Run**. Czas trwania skoku zależy od możliwości montażu i ustawionych maksymalnych prędkości sleve rate dla każdej z osi. Parametr ten wskazuje jak szybko działać może montaż w stosunku do prędkości nieba (ok. 15.041 arcsec/sec) i dla przykładu dla wartości 600 prędkość ta wynosi ok. 9025 arcsec/sek czyli ok. 2.51 stopnia na sekundę ruchu montażu. Jeśli skok wynosi dla jednej ze współrzędnych np. 60 stopni to skok ten zajmie nie mniej niż 60/2.5 czyli ok. 23 sek a biorąc pod uwagę wolniejszy start i zakończenie skoku czas ten

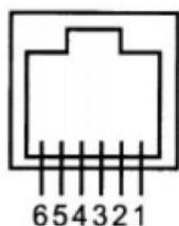


może wynieść ok. 40 sekund. Procedurę skoku goto można przerwać za pomocą dodatkowego klawisza escape (tu żółty) ale należy liczyć się z tym, że zostaje zerwana synchronizacja montażu z niebem i należy ją powtórzyć w opisany wyżej sposób przez wybór obiektu referencyjnego na niebie i odpowiednio w bazie danych oraz uruchomienie funkcji śledzenia (Run).

W trybie goto pojawia się z prawej strony górnej linii **aktywna ikona klepsydry** informująca o trwającej właśnie procedurze skoku. Do czasu całkowitego zakończenia skoku nie są możliwe do wykonania (poza przerwaniem skoku) inne funkcje. Na zdjęciu pokazano skok do gwiazdy Kochab.

Praca guide

W trybie śledzenia klawisze poziome i pionowe realizują funkcję guide dla odpowiednich osi oraz możliwa jest praca guide w systemie ST4. Gniazdo guide znajduje się w module połączeniowym i ma rozmiar RJ45 ale pomijając piny 1 i 8 ma wyprowadzoną sygnalizację guide jak w standardzie ST4 co oznacza, że wtyk 6 pinowy stosowany domyślnie w systemie ST4 pasuje do gniazda 8 pinowego RJ45 bez konieczności przerabiania. Użycie kabla 8 pinowego RJ45 wymaga połączeń od strony modułu połączeniowego: 1 – n/c, 2 – n/c, 3 – ground, 4 – Ra(+), 5 – De(+), 6 – De(-), 7 – Ra(-), 8 – n/c. Moduł połączeniowy zawiera optoizolację separującą galwanicznie sterowanie ST4 od sterownika montażu. Guide w systemie ST4 wymaga zwarcia do masy (ground) odpowiedniego pinu za pomocą styku przekaźnika lub systemu OC (open collector) z zasilaniem dodatnim.



- 1= NC
- 2= Ground
- 3= +RA (left)
- 4= +DEC (up)
- 5= -DEC (down)
- 6= -RA (right)

znajduje się w module połączeniowym i ma rozmiar RJ45 ale pomijając piny 1 i 8 ma wyprowadzoną sygnalizację guide jak w standardzie ST4 co oznacza, że wtyk 6 pinowy stosowany domyślnie w systemie ST4 pasuje do gniazda 8 pinowego RJ45 bez konieczności przerabiania. Użycie kabla 8 pinowego RJ45 wymaga połączeń od strony

Testowanie systemu guide możliwe jest za pomocą prostego kabla z końcówką RJ45. Zwieranie do styku 3 – masy (kolor biało-zielony) innych końcówek (4,5,6 lub 7) powinno wywołać odpowiednią reakcję: przyspieszenie lub spowolnienie ruchu osi Ra lub uruchomienie osi De w jedną ze stron. Dla typowego kabla RJ45 piny powinny mieć kolory: **1** – biało pomarańczowy → guide nc, **2** - pomarańczowy → guide nc, **3** – biało/zielony → guide ground, **4** – niebieski → guide Ra(+), **5** - biało/niebieski → guide De(+), **6** – zielony → guide De(-), **7** – biało/brązowy → guide Ra(-), **8** – guide n/c.

Programy i procedury dodatkowe (14:14)

Jeśli w trakcie inicjowania pracy sterownika naciśnięty zostanie środkowy klawisz to system



przejdzie do opcjonalnego bloku funkcjonalnego zawierającego cztery programy realizujące następujące funkcje:

Tst – prosty tester napędu pozwalający sprawdzić stan napędów obu osi i ich parametry

Set – ustawienie czasu i miejsca obserwacji oraz głównych parametrów montażu

Edt – edytor własnej bazy danych o obiektach o nazwie OWN

Dft – szybkie ładowanie do pliku konfiguracyjnego danych domyślnych

Procedura Dft

Tą procedurę można zastosować kiedy system nie ma żadnej konfiguracji wstępnej a po jej zastosowaniu pojawia się plik konfiguracyjny zawierający następujące dane:

Ra_gear, De_gear – 2500000, Sleeve_ra, Sleeve_de – 200, Longitude – 19 stopni, Attitude – 52 stopnie, Guide_ra_rate, Guide_de_rate – 1.4

Po wykonaniu tej procedury należy wyłączyć i włączyć zasilanie ponownie aby zmiany zostały wprowadzone do systemu.

Uwaga: zastosowanie tej procedury nadpisze istniejącą już konfigurację więc należy stosować tę operację z ostrożnością!

Procedura Setup (15:28)

Procedura Setup (Set) jest najważniejszą dla prawidłowej pracy montażu. Pozwala na konfigurację daty i czasu obserwacji aby obliczenia pozycji obiektów były aktualne oraz na ustalenie parametrów dynamicznych montażu takich jak przekładnie dla obu osi, prędkości maksymalne pracy i czułość guide.



Zmiany dla każdego z parametrów wykonywane są za pomocą klawiszy pionowych a akceptacja za pomocą klawisza środkowego pozwala na przejście do konfiguracji następnego

parametru.

Data i czas

Początkowo należy ustawić datę i czas lokalny pamiętając, że **czas lokalny należy podać bez**



przesunięcia letniego a zatem ustawiony czas powinien być w okresie trwania czasu letniego cofnięty dla naszej strefy o 1 godzinę w stosunku do czasu zegarowego.

Przesunięcie w stosunku do południka zerowego (GMT)



Dla naszej strefy czasowej należy ustawić przesunięcie na -1

Typ montażu



Docelowo sterownik będzie obsługiwał również montaż azymutalny ale na razie należy w tym miejscu ustawić lub zachować wartość 0.

Całkowita przekładnia w osi Ra i De



Dla każdej z osi należy ustawić całkowitą przekładnię liczoną jako iloczyn przekładni „elektrycznej” i mechanicznej. Np. przekładnia elektryczna dla silników 1.8 stopnia/krok ze sterowaniem

mikrokrokovym 1:32 wynosi: $360/1.8 * 32 = 6400$. Typowy prosty montaż z przekładnią ślimakową 1:144 zapewniłby łączną przekładnię $144*6400 = 921600$ razy oraz krok sterowania $360*60*60/921600 = \text{ok. } 1.41$ arcsec. To nieco za mało dla płynnego przesuwania montażu ale np. dodatkowa przekładnia między silnikiem a ślimakiem o wartości od 2 do 5 zapewni krok sterowania o wartości od ok. 0.7 do 0.2 arcsec a więc zapewniający komfortową pracę.

Prędkość maksymalna dla osi Ra i De (Sleve rate)



W zależności od właściwości dynamicznych montażu należy ustawić odpowiednią prędkość maksymalną przestawiania montaż w skoku goto. Współczynnik Sleeve_rate jest wielokrotnością prędkości z jaką obraca się niebo (ok. 15.041

arcsec/sek) a zatem dla Sleeve_rate 400 maksymalna prędkość wyniesie ok. $400*15.041 = \text{ok. } 6016$ arcsec/sek czyli ok. 1.7 stopnia/sek ruchu montażu w danej osi.

Sleve_rate należy ustawić oddzielnie dla każdej z osi jeśli mają różne własności mechaniczne i dynamiczne pamiętając, że **zbyt duża prędkość spowoduje zapewne błędy prowadzenia a zbyt mała długi czas oczekiwania na wykonanie skoku goto.**

Długość i szerokość geograficzna miejsca obserwacji



Współrzędne miejsca obserwacji należy podać jako wartości dziesiętne przeliczając ze stopni/minut/sekund według formuły: **stopnie + minuty/60 + sekundy/3600**. Dokładność ustawienia położenia wynosi ok. 110 metrów.

Agresywność korekty guide (Ra_guide_rate, De_guide_rate)



Korekta guide w systemie ST4 możliwa jest w trakcie procedury śledzenia a jej skuteczność określa guide_rate dla każdej z osi. Domyślnie wartość ta jest ustawiona na 1.4 co oznacza, że korekta na (+) zwiększy prędkość w osi Ra o 40% ($1+0.4$) a

korekta (-) w osi Ra zmniejszy prędkość do wartości 60% ($1-0.4$) wartości nominalnej. W przypadku osi De zarówno korekta (+) jak i (-) oznacza ruch montażu w danym kierunku w proporcji 1.4 raza. Można przyjąć, że wartość 1.4 jest skuteczna dla przeciętnej procedury guide choć w trakcie praktycznych prób może się okazać, że należy dobrać nieco inne wartości.

Tester (21:52)

To prosty program wspomagający diagnostykę montażu oraz pozwalający na sprawdzenie przełożeń montażu własnej konstrukcji. Podstawowy ekran zawiera linie konfiguracyjne dla osi Ra (górną) oraz De (dolną). Test ma na celu sprawdzenie czy montaż wykonuje zadane przesunięcie liczone w ustawionych jednostkach (godziny lub kroki dla osi Ra oraz stopnie lub kroki



dla osi De).

Na zdjęciach, pokazano na pierwszym ustawione jednostki **Hr (godziny)** oraz **Dg (stopnie)** a na drugim dla obu osi **St – steps (kroki)**. Cursor podświetla aktywną pozycję i działa cyklicznie przez użycie klawiszy poziomych. Zmiana możliwa jest na pozycji podświetlonej kursorem za pomocą klawiszy pionowych. Domyślnie ustawienia są następujące:

Ra Hr > 0 → oś Ra, jednostki zmiany to **Hr** (hours czyli godziny), kierunek >, ilość 0

De Dg > 0 → oś De, jednostki zmiany to **Dg** (degree czyli stopnie), kierunek >, ilość 0

Za pomocą klawiszy pionowych możliwa jest zmiana na każdej z wymienionych pozycji, dla osi Ra z godzin (Hr) na kroki (Steps - St), dla osi De ze stopni (Dg) na kroki (Steps – St), dla obu osi możliwa jest zmiana kierunku ruchu silnika z obrotów w prawo > na obroty w lewo < i odwrotnie. Podobnie, dla obu osi można ustawić odpowiednią ilość jednostek do wykonania ruchu liczoną w ustawionych jednostkach a więc w **godzinach lub krokach dla osi Ra** oraz **stopniach lub krokach dla osi De**. Uruchomienie testu możliwe jest za pomocą klawisza środkowego a test można przerwać za pomocą klawisza escape.

Odpowiednie wyliczenia dokonywane są na podstawie ustawień dla obu osi opisanych wcześniej w setup-ie, w szczególności znaczenie mają tu przekładnia dla obu osi oraz prędkości maksymalne ruchu. I tak, podstawą obliczeń jest przekładnia dla obu osi i z jej pomocą wyliczana jest wartość kroku. Np. jeśli podana przekładnia dla osi Ra ma wartość 4000000 to wyliczony krok wyniesie $360*60*60/4000000 = 0.324$ arcsec.

Testując montaż należy pamiętać o przyjętych jednostkach i tak jeśli jednostkami są kroki (St) to należy pamiętać, że zauważalny ruch wymaga ich odpowiedniej ilości bo np. dla silnika 1.8 stopnia jeden pełny obrót wymaga 6400 kroków. Podobnie, jeśli ustawionymi jednostkami są np. godziny dla osi Ra to w mierze łukowej jedna godzina to 15 stopni a więc $15*60*60=5400$ arcsec a więc dla opisanego wyżej silnika o kroku 1.8 stopnia wykona się dla jednej godziny $5400\text{arcsec}/0.324\text{arcsec} = \text{ok. } 166667$ kroków!!!

Prędkość z jaką będą działać silniki podczas testu ograniczona jest ustawioną prędkością maksymalną dla każdej z osi. Całkowity czas ruchu testu wydłużony jest o spowolnienie ruchu na początku i na końcu i jest nieco dłuższy niż teoretyczne wyliczenia wynikające z założeń dotyczących przekładni. Trwanie testu (ruchu) symbolizuje aktywna klepsydra z prawej strony górnej linii i do czasu jej zniknięcia **nie są możliwe inne operacje** (poza użyciem klawisza escape).

Edytor (27:50)

Ten program pozwala na budowę własnej bazy danych o obiektach o nazwie **OWN**, których nie ma w istniejących bazach danych PLA, DSO i STA lub potrzebne są tymczasowo.



W górnej linii wyświetlacza znajduje się alfabet zawierający 26 liter oraz 10 cyfr. Dostęp do odpowiedniej litery umożliwiają klawisze poziome a na

ekranie wyświetla się okno 16 znaków z ciągu „abcd...xyz0123456789” które będzie przesuwane w lewo lub prawo za pomocą klawiszy poziomych. Aktywny znak sygnalizowany jest kursorem.

Aktywny znak **można przenieść** do dolnej linii za pomocą **dolnego klawisza pionowego**. Ostatni znak **można usunąć** za pomocą **górnego klawisza pionowego**. Po zbudowaniu nazwy w dolnej

linii należy ją zaakceptować za pomocą **klawisza środkowego**. System przejdzie do stanu pokazanego na drugim zdjęciu gdzie dla nazwy Abc1 możliwe jest dobranie wartości

współrzędnych **Ra (z lewej) wyrażonej w godzinach** oraz **De wyrażonej w stopniach**.

Przemieszczanie się między współrzędnymi umożliwiają klawisze poziome a zmianę wartości klawisze pionowe. Współrzędne należy podawać w formie dziesiętnej a więc jeśli Ra dla obiektu ma wartość h/m/s: 7godzin/23 minuty/12 sekund oraz De deg/min/sec: 58 stopni/35 minut/48 sekund to należy przeliczyć h/m/s jako $h + m/60 + s/3600$ oraz deg/min/sec jako $deg + min/60 + sec/3600$ co w tym przypadku wyniesie odpowiednio:

$$Ra = 7 + 23/60 + 12/3600 = 7.387 \text{ oraz } De = 58 + 35/60 + 48/3600 = 58.597$$

Obiekt zostaje dopisany do bazy OWN po użyciu klawisza środkowego. Za pomocą klawiszy pionowych możliwe jest przewijanie poszczególnych rekordów bazy OWN. Dopisanie kolejnego rekordu wymaga użycia klawisza środkowego. Możliwe jest usuwanie rekordów z bazy OWN. Dla przykładu widoczna w pierwszej linii informacja „Esc-Del” informuje, że utworzony wcześniej rekord dla obiektu Abc1 może być usunięty za pomocą klawisza escape. System nie pozwoli na usunięcie z bazy wszystkich rekordów – z powodów technicznych w bazie musi zostać co najmniej jeden rekord.



Wszystkie obiekty skonfigurowane za pomocą edytora będą widziane w głównym programie po wyborze bazy **OWN** obiektów do śledzenia lub skoku goto.