

# Nowe rozwiązanie urządzenia kartującego

**W Instytucie Inżynierii Precyzyjnej i Biomedycznej Politechniki Warszawskiej został zakończony pierwszy etap prac badawczych pt. „Opracowanie i optymalizacja napędu cięgnowego, automatycznego, uniwersalnego, płaskiego plotera geodezyjnego”, realizowanych jako grant KBN. Jednym z celów grantu było opracowanie zmodyfikowanego stanowiska badawczego, którego parametry odpowiadałyby ściśle parametrom urządzenia kartującego szczególnie do zastosowań w geodezji.**

**D**la Instytutu Inżynierii Precyzyjnej i Biomedycznej tematyka związana z konstrukcją urządzeń dla potrzeb geodezji nie jest tematyką nową. Idea opracowania wynikała z wcześniejszej współpracy Instytutu Geodezji Gospodarczej Politechniki Warszawskiej i Warszawskiego Przedsiębiorstwa Geodezyjnego przy modernizacji zestawu składającego się z ręcznego koordynatografu precyzyjnego i przystawki DIGILOT. Zestaw ten służy do automatycznego nanoszenia punktów na mapę i został opracowany i wykonany w Instytucie Geodezji Gospodarczej. Kilka takich zestawów od wielu lat pracuje efektywnie w wykonawstwie geodezyjnym i Ośrodkach Dokumentacji Geodezyjno-Kartograficznej. Są one istotnym uzupełnieniem w opracowywaniu wyników pomiarów wykonywanych przy użyciu instrumentów typu total station dla tworzenia, a szczególnie uzupełniania mapy zasadniczej.

**S**pecyfika niektórych prac geodezyjnych wykonywanych w WPG skłoniła dyrekcję tego przedsiębiorstwa do rezygnacji z dokonanej modernizacji i powierzenia Instytutowi Inżynierii Precyzyjnej i Biomedycznej Politechniki Warszawskiej ponownej modernizacji swoich koordynatografów precyzyjnych pochodzących z firmy ZEISS. Opracowane w WPG nowe założenia techniczne modernizacji znacznie przekraczały wymagania realizowane przez pierwotną wersję i były możliwe do spełnienia wskutek znacznego postępu, jaki dokonał się w mikroelektronice. W efekcie powstało urządzenie w istotny sposób różniące się od opracowania Instytutu Geode-

zji Gospodarczej. Zmodernizowane koordynatografy już od kilku lat pracują niezawodnie w Warszawskim Przedsiębiorstwie Geodezyjnym, znacznie przyspieszając opracowania kameralne wyników pomiarów polowych wykonywanych głównie instrumentami total station. Dzięki dokładności i szybkości są bardziej ekonomiczne niż kartowanie ręczne. Stwarzają pewność kartowania i nie męczą wzroku w trakcie dużych pracowań. (WPG udziela zainteresowanym tą techniką wszelkich informacji dotyczących eksploatacji zmodernizowanych koordynatografów.)

**P**rzeshkodą w szerszym rozpowszechnieniu opisanych urządzeń była konieczność posiadania przez użytkownika koordynatografu ręcznego. Dlatego w Instytucie Inżynierii Precyzyjnej i Biomedycznej Politechniki Warszawskiej powstało kolejne rozwiązanie, które już nie wykorzystuje koordynatografów, lecz stanowi całkowicie nową konstrukcję (Fot. 1). Budowa urządzeń według tego pomysłu jest chroniona zgłoszeniem patentowym nr P-307426 z 23 lutego 1995 r. pod tytułem: „Układ do przetwarzania na postać graficzną numerycznych danych określających przestrzeń, zwłaszcza danych geodezyjnych”. Twórcami zgłoszenia patentowego są autorzy artykułu.



Fot. 1. Widok ogólny urządzenia

Wynikami opracowania został zainteresowany Wydział Geodezji i Gospodarki Gruntami Urzędu Wojewódzkiego w Warszawie, który sfinansował budowę urządzenia dla potrzeb WODGiK w Warszawie.

Urządzenie kartujące przedstawione na fotografii ze strony obok realizuje wszystkie funkcje zmodernizowanego koodynatografu i przeznaczone jest do:

- a) nakłuwania punktów na mapę,
- b) zakreslania wokół nakłutych punktów kółek oraz opisywania numerów ołówkiem grafitowym,
- c) digitalizowania punktów znajdujących się na mapie.

W skład urządzenia wchodzi:

- a) stół, w którego korpusie jest umieszczony zespół napędowy oraz prowadnice ruchomej belki poprzecznej. Wszystkie napędy są ukryte pod osłonami i nie stwarzają zagrożenia dla obsługi. Również elementy przesuwające się nie stanowią zagrożenia, gdyż siła wymuszająca ruch jest niewielka i każda przeszkoda spowoduje zatrzymanie silnika. W skrajnym położeniu belki pole pracy jest dostępne z trzech stron. Mapa poddawana procesowi nakłuwania jest umieszczona na płycie stołu i mocowana doń za pomocą docisków śrubowych;
- b) belka, na której umieszczony jest wózek z przymocowaną doń głowicą wykonawczą. Wózek porusza się wzdłuż belki, która jest dlań prowadnicą. Do belki jest przymocowany napęd wózka, realizujący jego przesuw w kierunku prostopadłym do przesuwu belki;

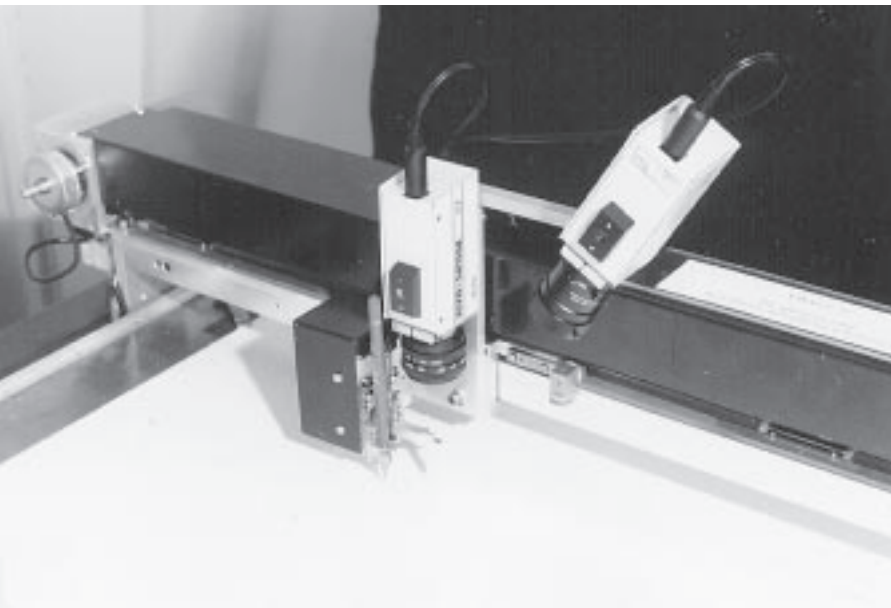
twie do odkręcenia nogi umożliwiają wygodny transport.

Do płyty stołu od dołu są przymocowane prowadnice belki poprzecznej. Do płyty są też przykręcone rolki cięgien, zespół napędowy, jak również optoelektroniczne czujniki krańcowe. Taka konstrukcja zapewnia stałość wzajemnego położenia czujników oraz zespołu napędowego, bez względu na naprężenia, jakich będzie doświadczał korpus urządzenia. Naprężenia korpusu nie przenoszą się na płytę, gdyż ta leży na nim swobodnie, zabezpieczona jedynie przed nadmiernym przesunięciem.

Napędy belki i wózka są rozdzielone. Napęd wózka znajduje się na belce, natomiast napęd belki jest przymocowany do płyty.

Naprężenia zginające obustronnie zmienne, które powstają w cięgniach na skutek przewijania się na rolkach o średnicy 31 mm, wynoszą 270 [N/mm<sup>2</sup>], a więc zostaje zachowany wystarczający stopień bezpieczeństwa pozwalający na długotrwałą pracę linek.

Prowadnice belki oraz wózka są typu otwartego. Kółka toczące się po prowadnicach są do nich dociskane siłą ciężkości w kierunku pionowym oraz za pomocą rolek w kierunku poziomym. Taka konstrukcja eliminuje powstawanie luzów na zespołach prowadnicowych. Wszystkie pary ruchowe są typu tocznego. Umożliwia to ich długotrwałą żywotność.



Fot. 2. Głowica wykonawcza z kamerą celowniczą, kamerą obserwacyjną, urządzeniem nakłuwającym i pisakiem grafitowym

- c) głowica wykonawcza (Fot. 2) wyposażona w urządzenie nakłuwające, pisak grafitowy, kamerę celowniczą oraz kamerę do obserwacji większego obszaru pola pracy niż dawany przez kamerę celowniczą. Głowica wykonawcza porusza się w płaszczyźnie XY tworzącej pole pracy o wymiarach 650 x 850 mm;

- d) sterownik;

- e) komputer klasy PC realizujący program wykonawczy (np. program DPV opracowany przez firmę GEOSYSTEM).

Korpus urządzenia jest wykonany w postaci ramy spawanej z lekkich kątowników z przykręconymi do niej osłonami bocznymi i osłoną dolną. Do korpusu są przykręcone cztery nogi o regulowanej wysokości. Łatwo odejmowane osłony boczne oraz dno ułatwiają wygodne dojście do wnętrza korpusu, w którym umieszczony jest pojemnik z elektroniką. Z kolei łą-

Nakłucia mapy dokonuje się za pomocą zespołu nakłuwającego. Czynność nakłuwania odbywa się w taki sposób, że igła osadzona w tulejce zderzakowej i wystająca z niej na ok. 0,25 mm jest umocowana w pryzmatycznej prowadnicy kulkowej, która wykonuje pionowy ruch popychana przez nurnik wciągany do cewki. Zakres ruchu do dołu jest ograniczony przez tulejkę zderzakową uderzającą w powierzchnię mapy. Takie rozwiązanie zapobiega zakleszczeniu się igły w warstwie mapy, która może być wykonana na planszy aluminiowo-papierowej, grubej folii itp. Pisak grafitowy jest napędzany w taki sam sposób jak i urządzenie nakłuwające.

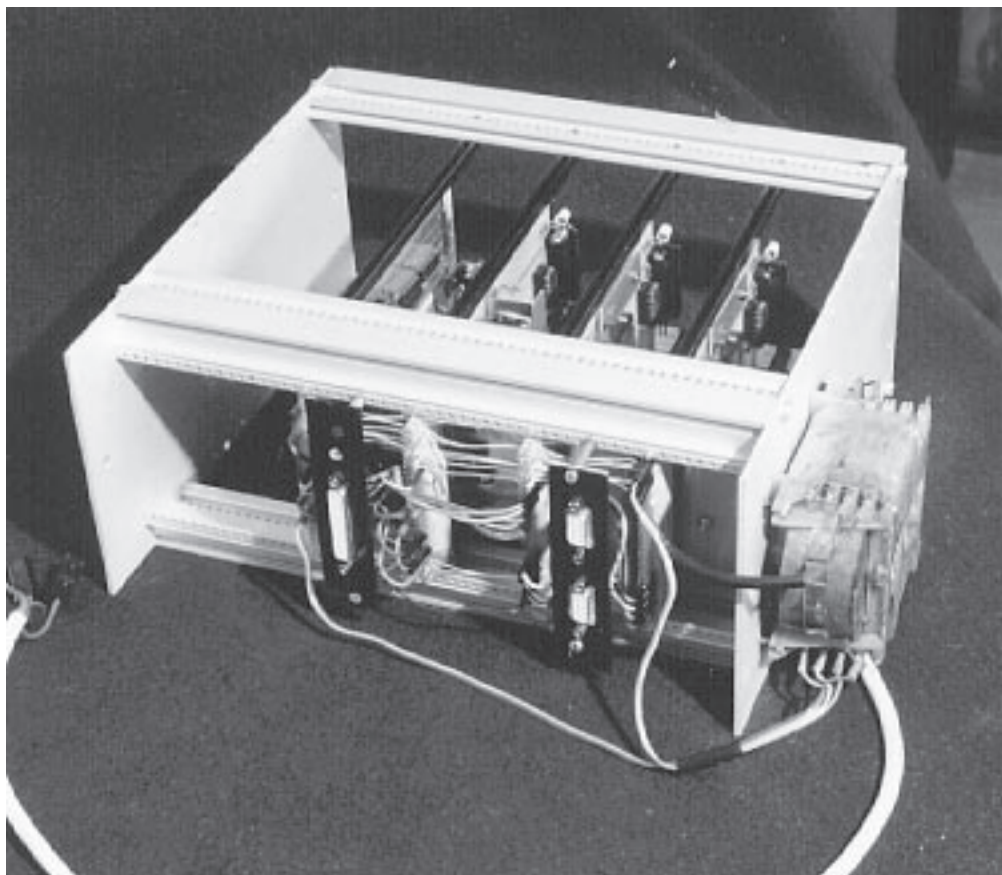
Cały zespół, jak również dwie kamery, celownicza i obserwacyjna, są umocowane do wspornika przykręconego do wózka znajdującego się na belce.

Pozycjonowanie głowicy wykonawczej odbywa się na polecenie z komputera PC przesyłane poprzez złącze RS do sterownika. Sterownik kontroluje silniki skokowe przesuwów X i Y, uderzenie urządzenia nakłuwającego, opuszczenie pisaka oraz jego podniesienie.

Pomimo, że układ jest wysoce stabilny i odporny na zakłócenia i gubienie kroków, celem zwiększenia pewności działania, na wale szpulki umieszczony jest przetwornik obrotowo-impulsowy o liczbie impulsów 4000 na jeden obrót, kontrolujący pracę silnika skokowego. (Dotychczasowe doświadczenia wskazują na to, że prawdopodobnie będzie można w przyszłości zrezygnować z przetworników). Porównanie liczby skoków silnika z liczbą impulsów przetwornika odbywa się po każdorazowym osiągnięciu zadanego adresu.

W urządzeniu są zainstalowane silniki skokowe o podziale na 200 skoków, przy czym każdy skok jest dzielony na 20 części, co w sumie daje 4000 mikrokroków na jeden obrót.

Ponieważ obwód jednej i drugiej szpulki, na które są nawinięte cięgna, wynosi 100 mm, więc krok dyskretny przemieszczenia się głowicy w płaszczyźnie XY wynosi 0,025 mm.



Fot. 3. Sterownik z kartami oraz transformatorem (z boku)

Sterownik (Fot. 3) znajduje się ukryty wewnątrz korpusu urządzenia. Składają się nań:

- dwie karty sterujące silnikami,
- karta sterowania układu wideo,
- karta sterownika nadrzędnego,
- transformator zasilający.

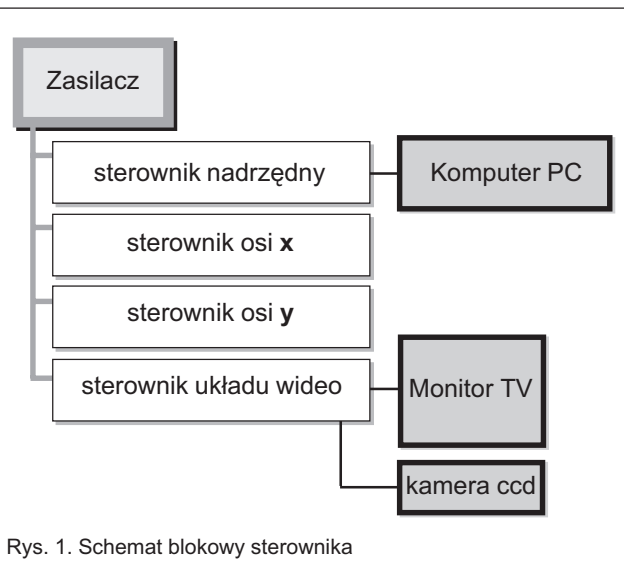
Obok urządzenia, na osobnym stoliku, znajduje się komputer PC realizujący program wykonawczy oraz monitor wizualizujący pole pracy.

**Sterownik** urządzenia składa się z czterech typowych kart (tzw. eurokart) umieszczonych w jednej obudowie. Karty zasilane są z transformatora sieciowego, który napięcie 220V obniża do wymaganej wartości dla poszczególnych kart. Sterownik zbudowany jest z pięciu mikrokomputerów jednokładowych. Komunikacja między kartami odbywa się poprzez szynę IIC. Schemat blokowy sterownika jest przedstawiony obok.

**Karta sterownika nadrzędnego** odbiera rozkazy z komputera klasy PC poprzez szynę RS 232C. Po analizie i przetworzeniu odebranych informacji sterownik nadrzędny wysyła rozkazy do: sterownika osi X, sterownika osi Y, sterownika układu wideo oraz obsługuje poprzez układ wzmacniaczy elektromagnesy nakłuwaka i pisaka.

Na karcie sterownika nadrzędnego znajduje się układ mikrokomputera jednokładowego typu 80C552 oraz układy z nim współpracujące. Program zapisany jest w pamięci typu EPROM-27C128. Na karcie znajduje się prostownik i stabilizator napięcia +5V zasilający układy cyfrowe oraz prostownik i stabilizator napięcia +20V zasilający elektromagnesy.

**Karta sterownika osi X** odbiera rozkazy od sterownika nadrzędnego za pośrednictwem szyny IIC. Mikrokomputer jednokładowy 80C552, znajdujący się również i na tej karcie, ma wbudowany sprzętowy układ komunikacji przez szynę IIC. Karta posiada prostownik i stabilizator napięcia +5 V zasilający układy cyfrowe oraz prostownik i stabilizator napięcia +22 V zasilający silniki krokowe. Silniki krokowe sterowane są specjalizowanymi układami scalonymi typu L 6203 i L 6506. Współpraca tych układów z mikrokomputerem 80C552 umożliwia realizację pracy mikrokrokowej silnika o rozdzielczości 4000 mikrokroków na jeden obrót. Ponadto na karcie znajduje się drugi mikroprocesor jednokładowy – typu 87C51, zliczający impulsy przetwornika położenia głowicy roboczej (osi X). Karta odczytuje również stan dwóch optoelektronicznych czujników położenia osi.



Rys. 1. Schemat blokowy sterownika

**Karta sterownika osi Y** jest dokładnie taka sama jak karta sterownika osi X, z wyjątkiem adresu rozróżnialnego programowo przez kartę sterownika nadrzędnego.

**Karta sterownika układu wideo** umożliwia generowanie krzyża celowniczego w sygnał wizyjny kamery CCD.

**Jerzy Lasocki, Włodzimierz Łukasik  
Edward Oszmiański, Jacek Uchański**