

УДК 520.253

В. Л. Карбовський¹, В. В. Клещонок²

¹Головна астрономічна обсерваторія Національної академії наук України
03680 Київ, вул. Академіка Заболотного 27

²Астрономічна обсерваторія Київського національного університету імені Тараса Шевченка
04053 Київ, вул. Обсерваторна 3

Система точного часового ведення телескопа

Для реалізації можливостей ПЗЗ-спостережень виготовлено систему точного часового ведення телескопа. Програмно-апаратний комплекс дозволяє керувати системою у двох режимах: автономному та під керуванням персонального комп'ютера.

СИСТЕМА ТОЧНОГО ЧАСОВОГО ВЕДЕНИЯ ТЕЛЕСКОПА, Карбовский В. Л., Клещонок В. В. — Для реализации возможностей ПЗС-наблюдений изготовлена система точного часового ведения телескопа. Программно-аппаратный комплекс позволяет управлять системой в двух режимах: автономном и под управлением персонального компьютера.

PRECISION SYSTEM OF TELESCOPE SIDEREAL TRACKING, by Karbovsky V. L., Kleshchonok V. V. — To perform CCD observations, a precision system of telescope sidereal tracking is constructed. The hardware and software complex allows one to exert control over the system in two operating modes, namely, in autonomous mode and under the control of a personal computer.

Важливий етап спостережної астрономії розпочався після появи ПЗЗ-приймачів зображення. З'явилася можливість точніше і ефективніше визначати положення, паралакси, власні рухи та фотометричні характеристики зірок, тіл Сонячної системи та позагалактичних об'єктів. Завдяки високій квантовій ефективності, широкому динамічному діапазону і малому рівню шумів цих приймачів можлива похибка вимірювань положень зірок на ПЗЗ-матриці складає 1—2 % пікселя, а точність фотометричних вимірювань сягає 0.02^m.

Для реалізації можливостей ПЗЗ-спостережень потрібна точна система часового ведення телескопа, тому що навіть невеликі зміщення зображень по полю зору значно погіршують точність фотометричних та позиційних вимірювань [5]. З цієї метою було розроблено і виготовлено апаратно-програмний комплекс системи часового ведення телескопа (СЧВТ), що дозволяє керувати його установкою в автономному режимі та у режимі управління персональним комп'ютером.

Склад і принцип роботи системи часового ведення телескопа. При створенні СЧВТ були враховані такі вимоги. Частота імпульсів керування кроковим двигуном має бути високостабільною, встановлюватися за допомогою комп'ютера та програмно змінюватися для відслідковування руху різних небесних об'єктів, що мають різні кутові швидкості. Для налагодження обладнання телескопа та профілактичних робіт система повинна мати можливість працювати автономно. З урахуванням цих вимог було розроблено електронну систему часового ведення телескопа. На рис. 1 показана її блок-схема.

До складу СЧВТ входять два блоки: модуль керування (МК) і адаптер. Адаптер забезпечує роботу системи СЧВТ у режимі керування персональним комп'ютером (ПК). Він приєднується до ПК через стандартний LPT-порт. Живлення адаптера здійснюється від системного блока комп'ютера. У системі часового ведення використано кроковий двигун ШД-5Д1М-У3. Модуль керування забезпечує роботу крокового двигуна у вибраному режимі, здійснюючи комутацію підключення джерела живлення до фаз ШД-5Д1М-У3 у відповідній послідовності. Керування кроковим двигуном здійснюється за дванадцятитактною схемою комутації з почерговим включенням двох і трьох фаз [4]. Передбачено можливість роботи модуля керування у двох режимах: автономному і у режимі керування персональним комп'ютером.

На рис. 2 приведено принципову електричну схему модуля керування. На мікросхемі D2 (K1006ВІ1) виготовлено опорний внутрішній генератор тактових імпульсів, який забезпечує роботу модуля керування в автономному режимі. Його частота визначається з виразу $F_{\text{ген}} = 0,69(R_3 + R_4 + R_5 + R_6) C1$. Потенціометром R_3 здійснюється груба установка частоти генератора, а R_6 — тонка. З виходу мікросхеми D2 тактова частота надходить на вхід логічного елемента D1А комутатора тактових імпульсів. Другий вхід цього ж елемента підключено до виходу транзисторного ключа Т1. В автономному режимі роботи модуля керування транзистор Т1 закритий, і на вихід комутатора (D1В) поступають тактові імпульси внутрішнього тактового генератора D2. У режимі керування персональним комп'ютером імпульси з програмованого тактового генератора адаптера заряджають конденсатор С3, закриваючи транзисторний ключ Т1, і на вихід комутатора поступають тактові імпульси Т1 з генератора тактових імпульсів адаптера. З виходу комутатора (D1В) тактові імпульси поступають на тригери D3 — D5 синтезатора фазових імпульсів (СФІ). СФІ виготовлено на мікросхемах D1, D3 — D9. Він здійснює почергове включення двох і трьох фаз (F1 — F6)

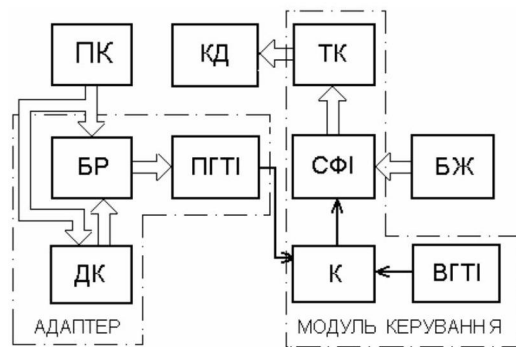


Рис. 1. Блок-схема системи часового ведення телескопа: ПК — персональний комп'ютер, БР — буферний регістр, ДК — дешифратор команд, КД — кроковий двигун, ПГТІ — програмований генератор тактових імпульсів, ВГТІ — внутрішній генератор тактових імпульсів, ТК — струмові ключі, СФІ — синтезатор фазових імпульсів, К — комутатор, БЖ — блок живлення

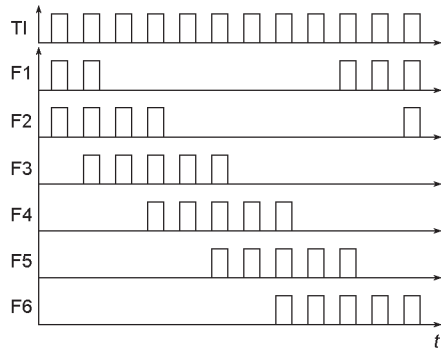


Рис. 3. Послідовність включення фаз F1 — F6

модулем керування, а також генерує опорну тактову частоту для роботи модуля керування в даному режимі. Принципову електричну схему адаптера приведено на рис. 5.

У адаптері використовується опорний генератор частотою 1 МГц на транзисторі Т1. Частоту його стабілізовано кварцовим резонатором. Тактову частоту для модуля керування отримуємо за допомогою таймера D5 (К580ВІ53) з програмованим коефіцієнтом ділення. З виходу першого лічильника таймера D5 тактова частота через оптронну розв'язку D7 подається на комутатор модуля керування. Решта схеми (мікросхеми D1—D4) використовується для організації керування таймера D5 за допомогою комп'ютера.

Шина даних LPT порту через буферний регістр D1 підключена до шини даних таймера D5. На мікросхемах D2, D3 зроблено дешифратор команд. Електрична ланка R11C1 забезпечує початкову установку тригера D2

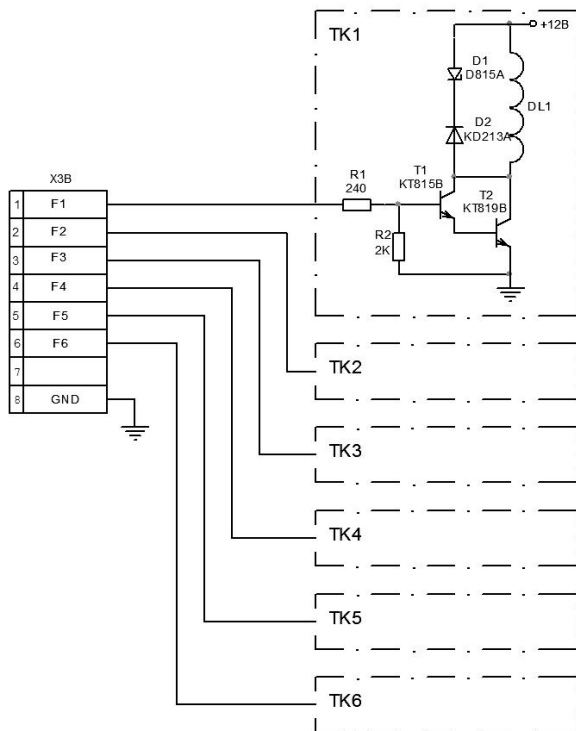


Рис. 4. Принципова електрична схема струмових ключів

Програма дозволяє: вибрати LPT-порт, через який здійснюється керування системою часового ведення; задати частоту генератора тактових імпульсів часового ведення телескопа безпосередньо, вводючи значення частоти, або задаючи старший і молодший розряди лічильника таймера K580VI53 (мікросхеми D5); зберігати установки в INI-файлі для їхнього використання при наступному завантаженні.

Висновки. Розроблено апаратно-програмний комплекс системи часового ведення телескопа, що дозволяє отримати стабільну частоту часового ведення телескопа з програмним керуванням тактовою частотою крокового двигуна ШД-5Д1М-У3 за допомогою комп'ютера. Дану систему часового ведення телескопа встановлено на телескопі АЗТ-14 спостережної станції Лісники. Неточність установки частоти тактового генератора викликана дискретністю вибору коефіцієнта ділення тактової частоти. Зміна на один молодший розряд коефіцієнта ділення для частоти часового ведення відповідає зміщенню зображення на 1 пкл за 6 хв 40 с експозиції на телескопі АЗТ-14 (фокус Ньютона $F = 2.16$ м) з ПЗЗ-камерою ST8 (1530 1020 пкл, розмір пікселя 9 9 мкм). Максимальна можлива помилка через дискретність вибору тактової частоти дорівнює половині цього значення, тобто зміщення зображення на 1 пкл буде відбуватися за час 13 хв.

Під час розробки принципової електричної схеми модуля керування системи СЧВТ змістовні поради авторам надавав Л. І. Федоренко.

1. Гук М. Интерфейсы ПК. Справочник. — С-Пб.: Питер, 1999.—528 с.
2. Драневич В. А., Пятигорский Г. А., Суворов Е. А. и др. Устройство обмена информацией с IBM-совместимым персональным компьютером через порт принтера // Приборы и техн. эксперимента.— 1996.—№ 5.—С. 74—76.
3. Ефименко В. Б. Секреты LPT-порта // РА.—2002.—№ 7.—С. 32.
4. Кенио Т. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления. — М.: Энергоатомиздат, 1987.
5. Пашков В. С. Чубей М. С. Компенсация «смаза» изображения в оптико-электронных датчиках с матричными фотоприемниками // Всерос. научно-техн. конф. «Современные проблемы определения ориентации и навигации космических аппаратов». — Таруса, 2008.—С. 18.
6. Сорокин А. В. Сопряжение лабораторного оборудования с IBM-совместимыми компьютерами через параллельный порт, работающий в режиме EPP // Приборы и техн. эксперимента.—2002.—№ 4.—С. 87—91.
7. Тарабрин Б. В., Якубовский С. В., Барканов Н. А. Справочник по интегральным микросхемам. — М.: Энергия, 1981.—816 с.
8. Томпкинс У., Уэбстер Дж. Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами IBM PC. — М.: Мир, 1992.— 589 с.

Надійшла до редакції 15.03.10