

ЭФФЕКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КОМПЛЕКСОМ ЛАЗЕРНОЙ ГРАВИРОВКИ.

ЧАСТЬ 2*

С.Полушкин, ООО «Атеко Техноцентр», www.ateko-tm.ru

В первой части статьи были рассмотрены возможные подходы к решению задачи управления лазерным комплексом. Описаны два основных метода управления: непосредственное управление через порты ПК и управление посредством команд, исполняемых специализированным контроллером. Второй метод был признан более эффективным. В статье представлена реализация метода на примере устройства управления «LManager».

Командный метод управления подразумевает наличие устройства-исполнителя, которое выполняет последовательность команд, поступающих от программы, управляющей лазерным комплексом. Это устройство должно иметь интерфейс для подключения к управляющему ПК, через который оно получает команды от программы и передает обратно информацию о процессе выполнения задания, состоянии комплекса, ошибках и т.д. Назовем этот интерфейс *интерфейсом управления*. Кроме этого, устройство управления должно иметь интерфейсы, через которые происходит управление отдельными компонентами маркирующего комплекса. Назовем эти интерфейсы *периферийными*. Устройство управления содержит один интерфейс управления. Количество и типы периферийных интерфейсов продиктованы составом современных лазерных маркирующих комплексов. Устройство управления должно быть универсальным, т.е. иметь возможность работать с лазерными комплексами в различной конфигурации и на базе разных типов лазерных излучателей.

Современный комплекс лазерной гравировки может содержать различные устройства, которые служат для решения всевозможных задач и расширяют его функциональность. Самая простая конфигурация представляет собой источник лазерного излучения с устройством позиционирования луча – гальванометрическими сканаторами и программным обеспечением. Кроме этого опционально в состав комплекса могут входить 2- или 3-координатный стол, педаль управления, устройство вращения. Рассмотрим функциональное назначение каждого устройства, входящего в комплекс, а также особенности управления этими устройствами.

ЛАЗЕРНЫЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ

В лазерной маркировке и гравировке нашли широкое применение импульсные лазерные излучатели с длинами волн 10,6 мкм и 1,06 мкм. В первом случае это газовый CO₂-лазер. Управление такими лазерами осуществляется, как правило, посредством единственного сигнала с широтно-импульсной модуляцией. Минимально возможная ширина импульса этого сигнала соответ-

ствует выключенному состоянию излучателя. Увеличивая ширину управляющего импульса, мы увеличиваем оптическую мощность на выходе. Лазеры с длиной волны 1,06 мкм, применяемые в лазерной гравировке, – это либо твердотельные с непрерывной накачкой, либо волоконные лазеры. Лазеры с непрерывной накачкой требуют управления мощностью накачки, а также сигнала управления акустооптическим затвором (q-switch), с помощью которого происходит включение-выключение лазерного излучения и формируется частота импульсов на выходе. Для управления мощностью, как правило, используется все та же широтно-импульсная модуляция. Включение и выключение затвора производится сигналом цифрового уровня. Устройство управления комплексом лазерной гравировки должно иметь возможность работы с перечисленными типами лазерных излучателей.

ГАЛЬВАНОМЕТРИЧЕСКИЕ СКАНАТОРЫ

Большая часть производимых в мире сканаторов управляется bipolarным аналоговым напряжением [1]. Различие лишь в диапа-

* Часть 1 см.: Фотоника, 2010, №6.

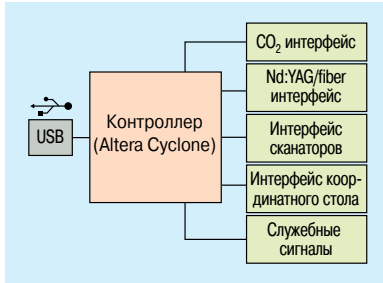


Рис.1. Структурная схема устройства управления «LManager»

зоне этого напряжения. Два наиболее часто используемых диапазона – это ± 5 В и ± 10 В. Таким образом, устройство управления комплексом должно иметь цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) с биполярным выходом и возможностью перестройки диапазона выходного напряжения.

КООРДИНАТНЫЙ СТОЛ И УСТРОЙСТВО ВРАЩЕНИЯ

Для расширения круга решаемых задач и увеличения гибкости лазерные маркирующие комплексы могут оснащаться координатным столом и устройством вращения детали. Координатный стол позволяет автоматизировать

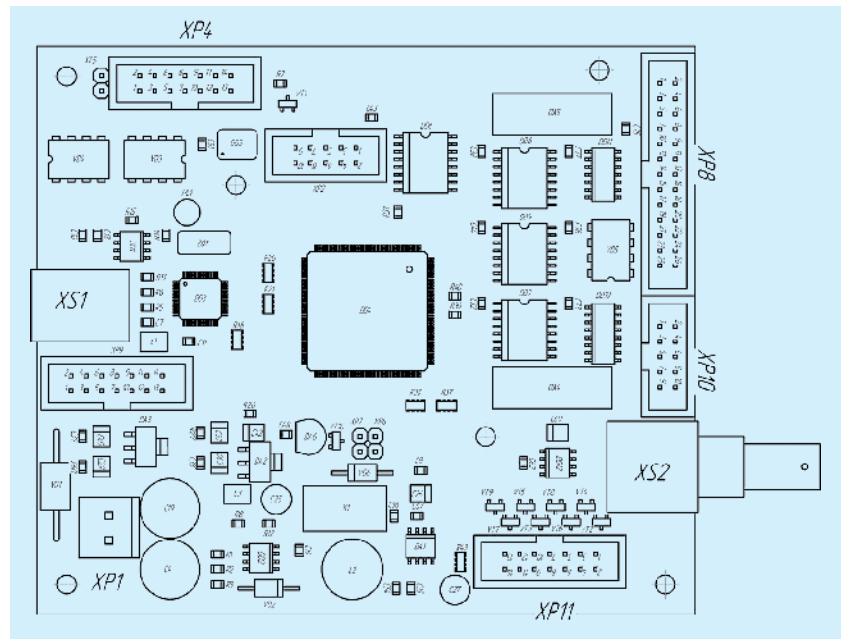
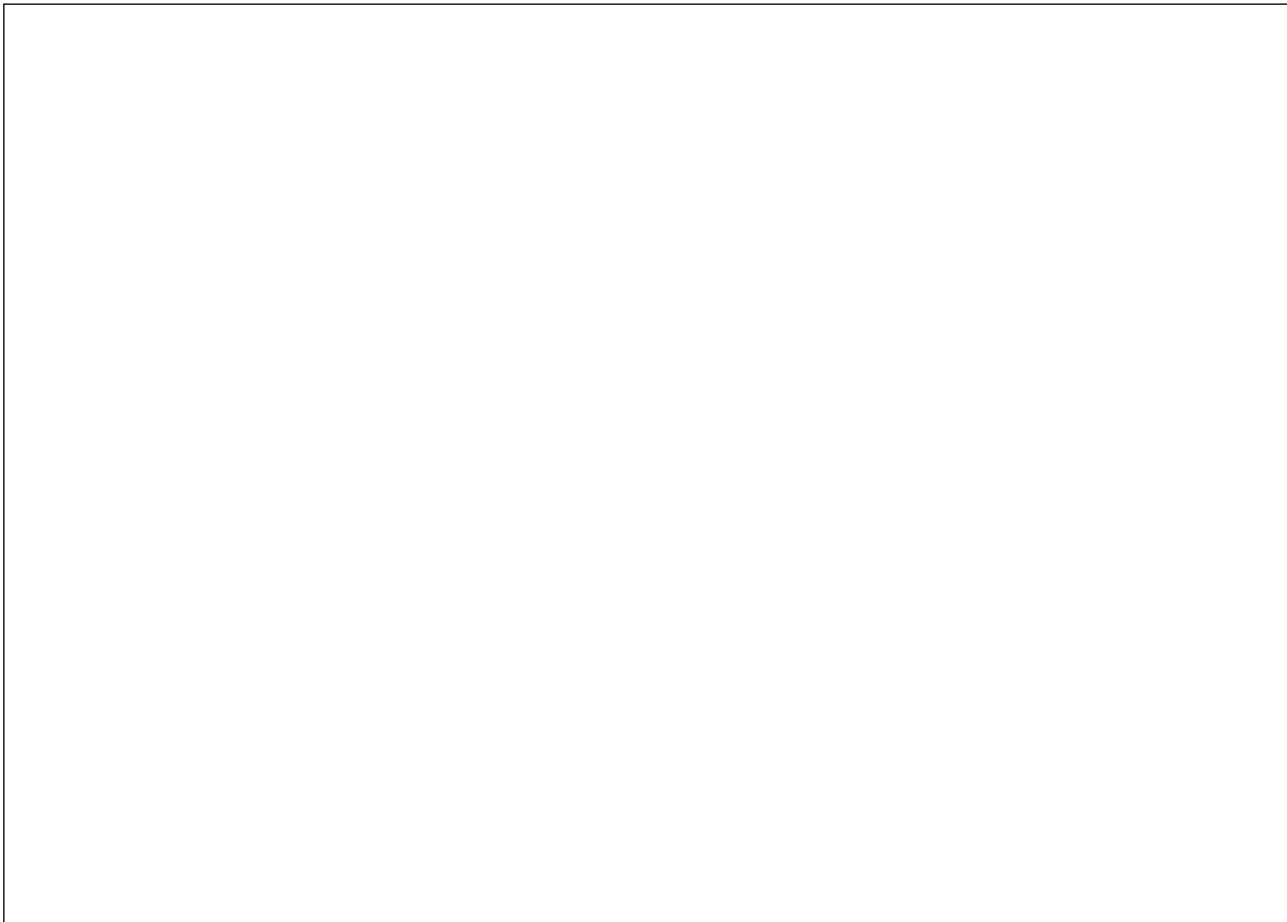


Рис.2. Расположение элементов на плате блока управления «LManager»

процесс гравировки большого количества однотипных изделий, а также увеличивает зону обработки. В комплексах используются как 2-, так и 3-координатные столы. Устройство вращения позволяет наносить изобра-

жения на поверхности тел вращения. В координатных столах и в устройствах вращения обычно используются шаговые или серводвигатели. Управление шаговыми двигателями осуществляется посредством специаль-



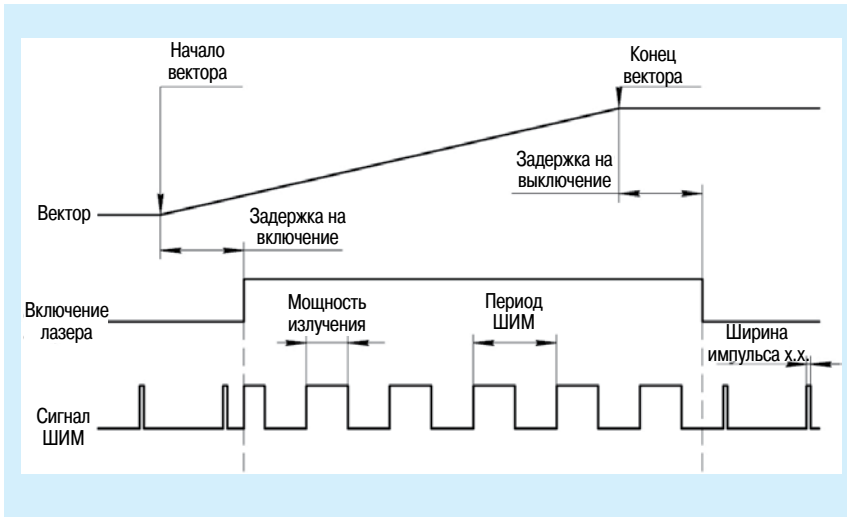


Рис.3. Диаграмма работы интерфейса управления CO₂-лазером

ных драйверов. Большинство таких драйверов имеют протокол управления "шаг-направление" (Step-Direction). Многие контроллеры серводвигателей имеют режим эмуляции этого протокола. Реализация этого протокола в устройстве позволяет управлять координатными столами как в наиболее распространенном варианте на базе шаговых двигателей, так и в случае использования серводвигателей.

Теперь, когда мы определили необходимый функционал устройства управления комплексом лазерной гравировки, перейдем к рассмотрению его практической реализации на приме-

ре устройства «LManager». Блок управления «LManager» предназначен для управления комплексом лазерной гравировки. Он имеет все необходимые интерфейсы для управления перечисленными выше блоками, входящими в состав лазерного комплекса. Блок управления работает в командном режиме и имеет буферизацию команд для предотвращения остановок в процессе работы в результате прерываний операционной системы (см. первую часть статьи). Объем буфера достаточно для работы в автономном режиме до 1 мин. Все алгоритмы управления реализованы на аппаратном уров-

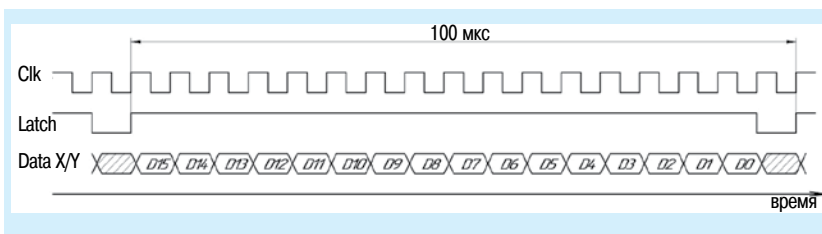


Рис.4. Временная диаграмма сигналов интерфейса сканаторов

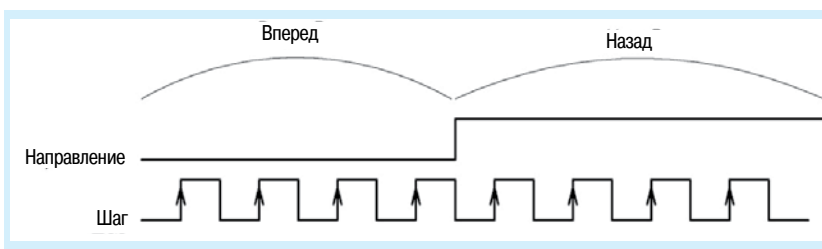


Рис.5. Временная диаграмма протокола управления драйвером шагового двигателя

не в ПЛИС Altera Cyclone III. Структурная схема контроллера приведена на рис.1. В качестве интерфейса управления используется интерфейс USB. Устройство соответствует спецификации USB 2.0 и работает в режиме FullSpeed [2]. Этот интерфейс был выбран по ряду причин:

- высокая пропускная способность;
- возможность горячего подключения;
- автоматическое конфигурирование устройства (Plug-and-Play);
- высокая помехозащищенность.

Кроме того, интерфейс USB присутствует в любом современном компьютере или ноутбуке. Таким образом, для управления лазерным комплексом не нужно подбирать какой-то особенный компьютер, устанавливать в него специальные платы расширения и производить сложную настройку. Достаточно взять любой офисный ПК, установить на него ПО управления лазером и вставить кабель в порт USB. Устройство будет автоматически определено операционной системой, а программа управления определит наличие подключенного лазера и установит с ним соединение.

Взаимодействие с контроллером «LManager» производится по протоколу LScan.BufZ. Этот протокол поддерживается программным пакетом лазерной гравировки «LDesigner®» версии 4.0 и выше. Протокол является закрытым.

Блок управления «LManager» имеет следующие периферийные интерфейсы:

Интерфейс управления CO₂-лазером. Управление осуществляется широтно-импульсной модуляцией через один-единственный сигнал – сигнал ШИМ. Сигнал управления газовым лазером выведен на разъем XS2 (рис.2). Временная диаграмма, поясняющая принцип работы этого интерфейса, приведена на рис.3.

Интерфейс управления волоконным и Nd:YAG-лазером. В блоке управления «LManager» реализован интерфейс управления волоконными лазерами производства НТО «ИРЭ-Полюс».

Разъем управления волоконным лазером XP8 полностью совместим на уровне контактов с разъемом управления волоконными лазерами серии ИЛМИ. Сигналы этого интерфейса и их описание приведены в таблице. Более подробное описание этого интерфейса – в руководстве по эксплуатации приборов ИЛМИ.

Для управления Nd:YAG-лазером с непрерывной накачкой можно использовать сигналы, входящие в состав интерфейса волоконного лазера. Для задания мощности накачки подходит цифровой выход значения мощности или ШИМ-управление из интерфейса CO₂-лазера. Если используемый блок питания лампы накачки использует аналоговый сигнал для задания уровня мощности, блок управления «LManager» может быть оснащен дополнительным модулем ЦАП для преобразования уровня мощности из цифровой в аналоговую форму. Для управления частотой импульсов и включения-выключения излучения используются соответствующие сигналы из интерфейса волоконного лазера. Интерфейс волоконного лазера имеет гальваническую развязку всех сигналов, обеспечивающую защиту управляющего ПК и ядра устройства от воздействия напряжения до 2500 В.

Интерфейс управления сканаторами. Как было указано

Интерфейс управления волоконным лазером

Тип	Функция
Выход	Установка уровня мощности накачки(0..0xFF). Контакт №1 – LSB, контакт №15 – MSB, 0x00 – минимальный уровень, 0xFF – максимальный уровень мощности. Уровни сигнала TTL/CMOS
Выход	Обновление кода установки уровня накачки. Обновление по нарастающему фронту
	Земля
Выход	(Idle) Включение задающего генератора. TTL Hi – включен.
Выход	(Shutter) Включение усилителя мощности. TTL Hi – включен
Выход	Частота следования импульсов
Выход	Включение лазер-прилота. TTL Hi – включен

выше, управление гальванометрическими сканаторами осуществляется биполярным аналоговым сигналом. В комплексах лазерной гравировки часто бывает так, что блок управления и сканаторная головка находятся на удалении друг от друга. Аналоговый сигнал управления при передаче по длинным проводам подвержен электромагнитным наводкам, которые могут существенно ухудшать качество работы системы и приводить к серьезным сбоям. Поэтому в блоке управления «LManager» цифроаналоговый преобразователь, используемый для управления сканаторами, выполнен в виде отдельной платы. Эта плата размещается в сканаторной головке в непосредственной близости к сканаторам. Провода, передающие аналоговые сигналы, в этом случае, могут быть максимально

короткими. Информация о положении сканатора передается в цифровой форме в виде 16-разрядного целого числа со знаком (signed short int.). Запись данных в ЦАП производится в последовательной форме по интерфейсу SPI. Временная диаграмма работы интерфейса приведена на рис 4.

В устройстве управления «LManager» для передачи данных используются сигналы уровня LVDS (low-voltage differential signaling) – низковольтная дифференциальная передача сигналов. Это способ передачи электрических сигналов, позволяющий передавать информацию на высоких частотах при помощи соединений на основе витой пары [3]. В его основе лежит токовая петля. Использование витой пары в совокупности с токовым выходом позволяет передавать данные с

- сигнал состояния контура безопасности – при нарушении контура безопасности (открытии двери кабины, пересечении зоны безопасности, открытии кожуха излучателя) контроллер немедленно отключает излучение и передает в программу сообщение об ошибке контура. Программа прерывает процесс гравировки и информирует о событии пользователя;

- сигнал запуска гравировки – при нажатии на соответствующую кнопку на панели управления происходит запуск процесса гравировки. Использование педали позволяет рукам оператора оставаться свободными, что повышает производительность работы;

- сигнал прерывания-приостановки процесса гравировки;

- сигнал индикации процесса гравировки – позволяет информировать оператора о выполнении процесса гравировки и о его окончании посредством световой или звуковой сигнализации;

- цифровые входы-выходы – для синхронизации работы комплекса лазерной гравировки с

внешними устройствами: загрузчиками, конвейером и т.п.

Таким образом, реализовав перечисленные выше функции в одном устройстве, мы получили контроллер для управления комплексом лазерной гравировки, который может работать с системами различной конфигурации, построенными на базе различных типов излучателей и содержащими в своем составе координатные столы и устройства вращения. Управление всеми блоками комплекса от одного контроллера позволяет получить идеальную синхронизацию работы всех составляющих комплекса. Синхронное функционирование устройств в составе комплекса существенно повышает качество нанесения изображения и увеличивает скорость гравировки.

Конструктивно устройство управления «LManager» представляет собой печатную плату, помещенную в металлический корпус из листовой стали. Внешний вид платы управления приведен на рис.6. Габариты блока: 115×100×27 мм. Масса не более

0,45 кг. Благодаря малым размерам и легкому весу устройство используется в малогабаритных переносных лазерных приборах (рис.7). Питание осуществляется двумя способами. Устройство может получать необходимое напряжение непосредственно с шины USB. Потребление составляет около 450 мА. Это близко к пределу нагрузочной способности одного порта, поэтому для питания рекомендуется использовать внешний источник напряжением 12–36 В и током не менее 1 А. Он подключается к разъему XP1 (см. рис.2). Выбор источника питания осуществляется автоматически. Если присутствуют оба напряжения, приоритетом обладает питание, подключенное к XP1.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Нестерук И.Н.** Гальванометрические сканаторы для лазерных маркирующих комплексов.– Фотоника, 2007, №3
2. Universal Serial Bus Revision 2.0 specification. – <http://www.usb.org/developers/docs>
3. LVDS Owner's Manual. – National Semiconductor Corporation, 2004.