

Регулятор питания +5В 1А и двойной Н-мост с декодером управляющих сигналов

1. Краткий вводный курс

Для управления электродвигателем постоянного тока, например таким который стоит внутри подвергнутой полной лоботомии сервомашинки, нужна схема называемая *Н-мостом* (H-bridge). Суть этой конструкции заключается в том, что она дает возможность изменять полярность подаваемого на обмотки мотора напряжения.

Рис.1 представляет собой упрощенное изображение Н-моста. В нашем распоряжении имеются пары ключей *A1, A2* и *B1, B2*. Если мы замкнем одну из этих пар, ток пойдет через мотор. Направление тока можно будет таким образом менять переключая пары выключателей – *A-B*.

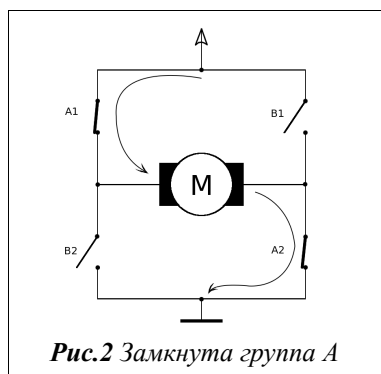


Рис.2 Замкнута группа A

Рис.2 демонстрирует ситуацию, когда группа *A* оказалась замкнута. Допустим, при таком

направлении течения тока, мотор крутится по часовой стрелке. Чтобы вращать вал в противоположном направлении, надо разомкнуть группу *A* и замкнуть группу *B*. Нельзя одновременно замыкать обе группы, потому что в этом случае возникнет короткое замыкание между

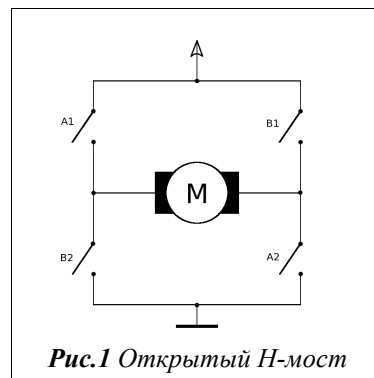


Рис.1 Открытый Н-мост

шиной питания и землей.

В действительности роль ключей выполняют транзисторы. Поскольку Н-мост является широко востребованной частью электромеханических систем, промышленность производит интегральные схемы для управления ДПТ и шаговыми двигателями, которые содержат в своем составе уже готовые мосты и дополнительную обвязку.

Мотор является индуктивной нагрузкой и, при размыкании ключей, энергия накопленная в обмотках высвобождается. Это может негативно сказаться на ключевых транзисторах, они могут перегореть. Поэтому параллельно транзисторам всегда включаются диоды Шоттки в обратном включении – они позволяют протекать обратному току не влияя на нормальную работу ключей.

2. Обоснование выбора элементной базы

В этом проекте используется микросхема L6204 фирмы ST (Thomson), которая состоит из двух Н-мостов с драйверами мощных МОП-транзисторов с *n*-каналом и генератором высокого потенциала для того, чтобы запирают верхние пары ключей. Кроме того, в L6204 предусмотрена схема выключения при перегреве. (В схемах мостов с комплементарными парами МОП-транзисторов высокий потенциал не нужен, но стоимость их изготовления на одном кристалле выше. Собирая мост из отдельных компонентов, следует

подумать о комплементарных парах). С помощью этой микросхемы можно управлять двумя ДПТ потребляющими до 0.5А при пиковом токе нагрузки до 3А, или одним биполярным шаговым мотором с аналогичными электрическими характеристиками. Частота модуляции ШИМ может достигать 20кГц. Кроме L6204 можно было бы использовать ИС L298. Но L298 выпускается в неудобном корпусе и построена по устаревшей биполярной технологии, характерной повышенным выделением тепла при переключении биполярных транзисторов.

3. Описание принципиальной схемы

3.1 Н-мосты

Н-мосты собраны на основе ИС L6204. Хотя транзисторы в L6204 уже снабжены диодами Шоттки в обратном включении, в схему все же включены дополнительные диоды BAT54S для защиты от обратного тока. Конденсаторы включенные параллельно с диодами защищают их от слишком быстрых скачков напряжения.

Часть схемы, состоящая из **D5**, **C1** и **CSTORE** является внешней обвеской накачивающего умножителя напряжения, который генерирует высокий потенциал **VBOOT**. В нормальной ситуации, на ножке **VBOOT** напряжение должно быть примерно в два раза больше напряжения питания **V+** (см. также **JP1**). Для нормальной работы генератора умножителя, напряжение **V+** должно быть не меньше 8В.

В описываемой реализации выходы **SENSE1** и **SENSE2** не используются, хотя их можно использовать для защиты от перегрузки по току (например, можно отключать схему в случае когда мотор блокируется).

3.2 Питание логических ИС

На ИС **Q1** собран регулятор питания логических схем. Этот модуль дает напряжение около 5В. Точное значение выходного напряжения можно регулировать изменением значения **R5**. При **R5** равном 2.7кОм, выходное напряжение равно приблизительно 4.7В. ИС регулятора с малым падением напряжения LM2941Т снабжена схемой отключения, но в этом проекте она не используется. Поэтому вход **ON/OFF** заземлен, что обеспечивает постоянно включенное состояние.

Так как схема работает в непосредственной близости с цепями моторов, для повышенной помехозащищенности используется большое количество фильтрующих конденсаторов в цепях питания.

3.3 Декодер входных сигналов

Входные управляющие сигналы подаются в виде ШИМ и бита направления вращения для обоих каналов в отдельности. Входы называются **PWMA**, **DIRA** и **PWMB**, **DIRB** соответственно. Эти входы транслируются в управляющие сигналы для мостов **INA1**, **INA2** и **INB1**, **INB2** микросхемы **IC1** с помощью схемы на логических элементах **IC2** и **IC3**, соответственно выражениям:

$$IN_{x1} = PWM_x \wedge DIR_x \quad (3.3.1)$$

$$IN_{x2} = PWM_x \wedge \overline{DIR_x}$$

4. Выводы

Разработанная схема подходит для управления двумя модифицированными сервомашинками типа Hi-Tec HS311. Также ее можно использовать для управления одним биполярным шаговым мотором без дополнительных изменений. Использование отдельных входных сигналов для скорости (ШИМ) и направления удобно при использовании аппаратной генерации ШИМ, например с помощью встроенной схемы сравнения и вывода на микроконтроллере. В то же время, во избежании резких скачков, рекомендуется осуществлять переключение направления в момент перезагрузки счетчика генератора ШИМ. Это нетрудно сделать, если микроконтроллер предусматривает специальное прерывание по переполнению счетчика таймера.

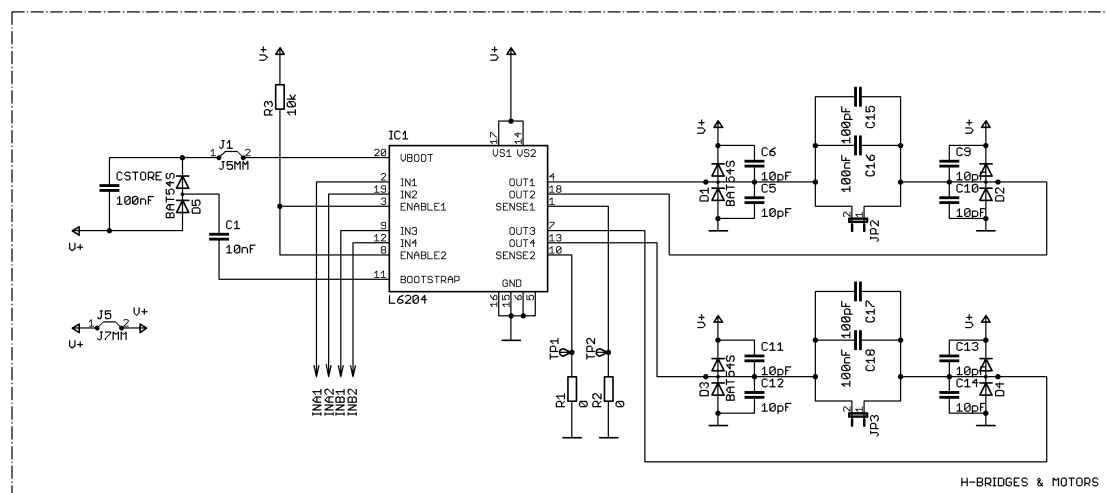
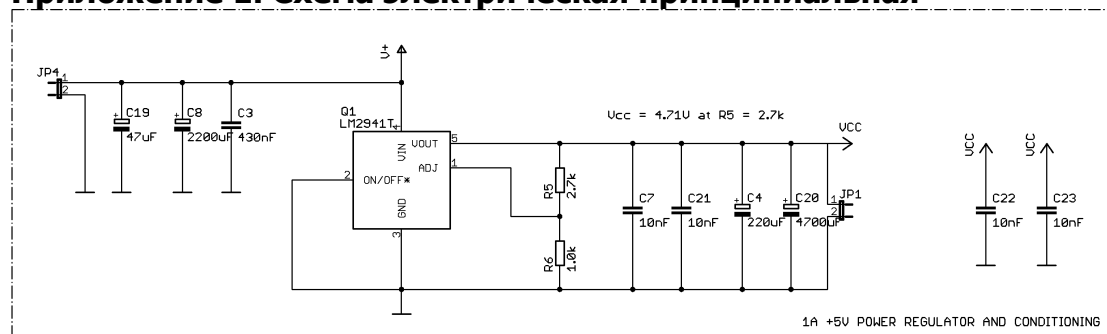
Схема хорошо адаптирована для индуктивных нагрузок. Поскольку напряжение питания логических схем V_{cc} ниже напряжения питания моторов, воздействие помех от работы моторов на работу логики минимально и позволяет подключить основную схему управления с микроконтроллером без дополнительной стабилизации и фильтрации.

Недостатки схемы: нет защиты от перегрузки по току. Вследствие того, что управляющие сигналы ограничены входами ШИМ и направления, не предусмотрен режим быстрой остановки мотора. Можно было бы, например, вывести сигналы **ENABLE1** и **ENABLE2** на разъем управления. Кроме того, печатная плата имеет довольно большие размеры – возможно в некоторых случаях более целесообразно было бы использовать два отдельных H-моста собранных на комплементарных парах мощных МОП транзисторов.

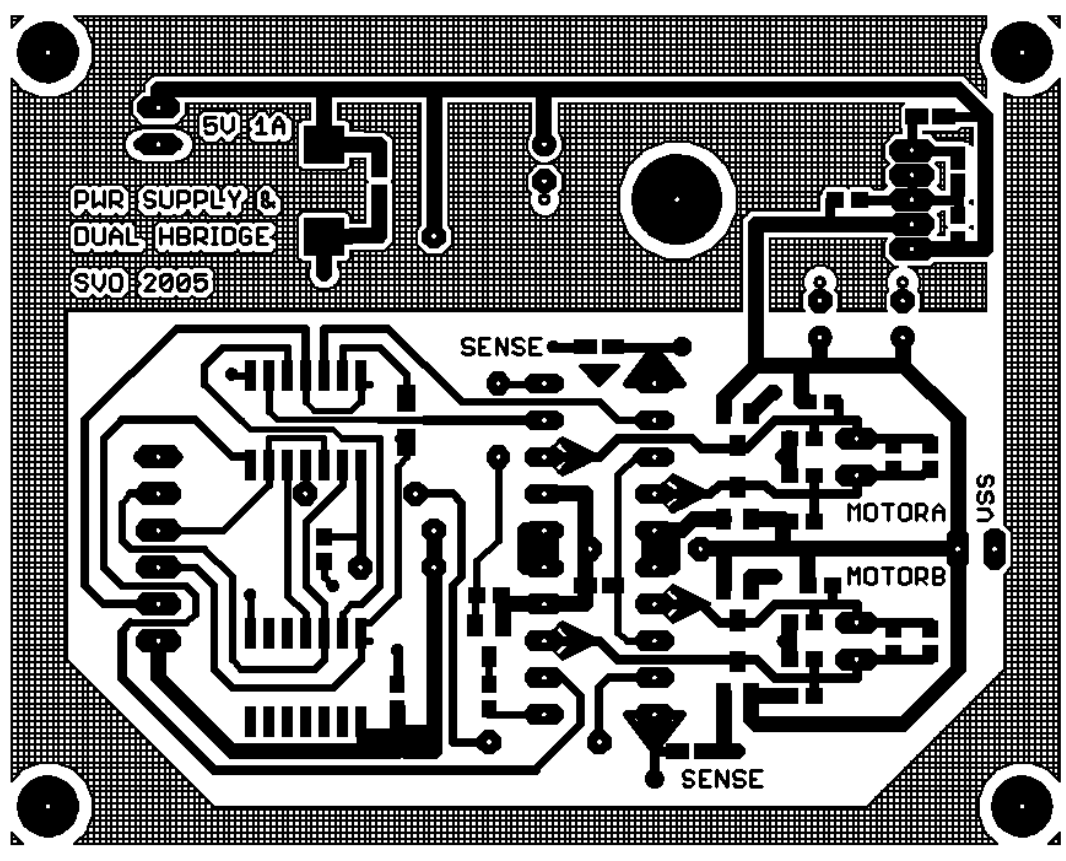
Список использованных и рекомендованных источников

- [1] L6204 DMOS Dual Full Bridge Driver Datasheet; ST Microelectronics:
<http://www.st.com>
- [2] LM2941 1A Low Dropout Adjustable Regulator Datasheet; National Semiconductor: <http://www.national.com>
- [3] Brief H-Bridge Theory of Operation; Jim Brown, Dallas Personal Robotics Group:
<http://www.dprg.org/tutorials/1998-04a>

Приложение 1. Схема электрическая принципиальная



Приложение 2. Фотошаблон печатной платы



Версия этого фотошаблона в формате PDF для печати находится по адресу:
<http://sensi.org/~svo/hbridge/hbridge-template.pdf>

Схема расположения элементов на верхней стороне печатной платы.

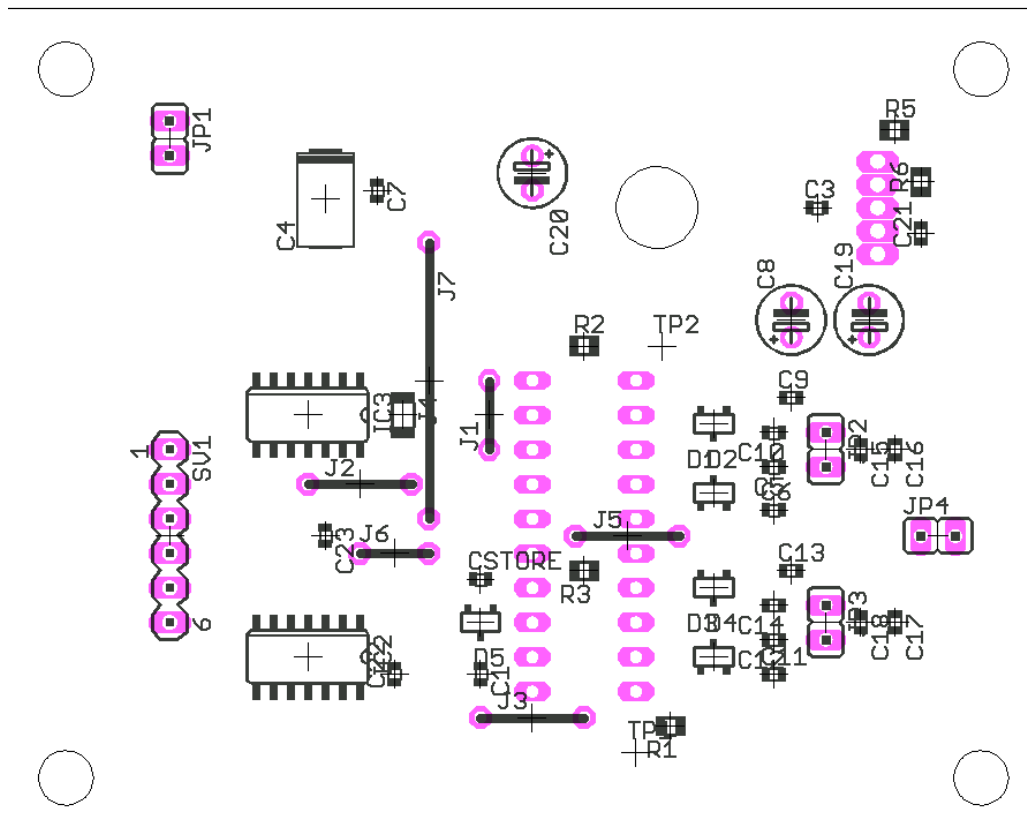
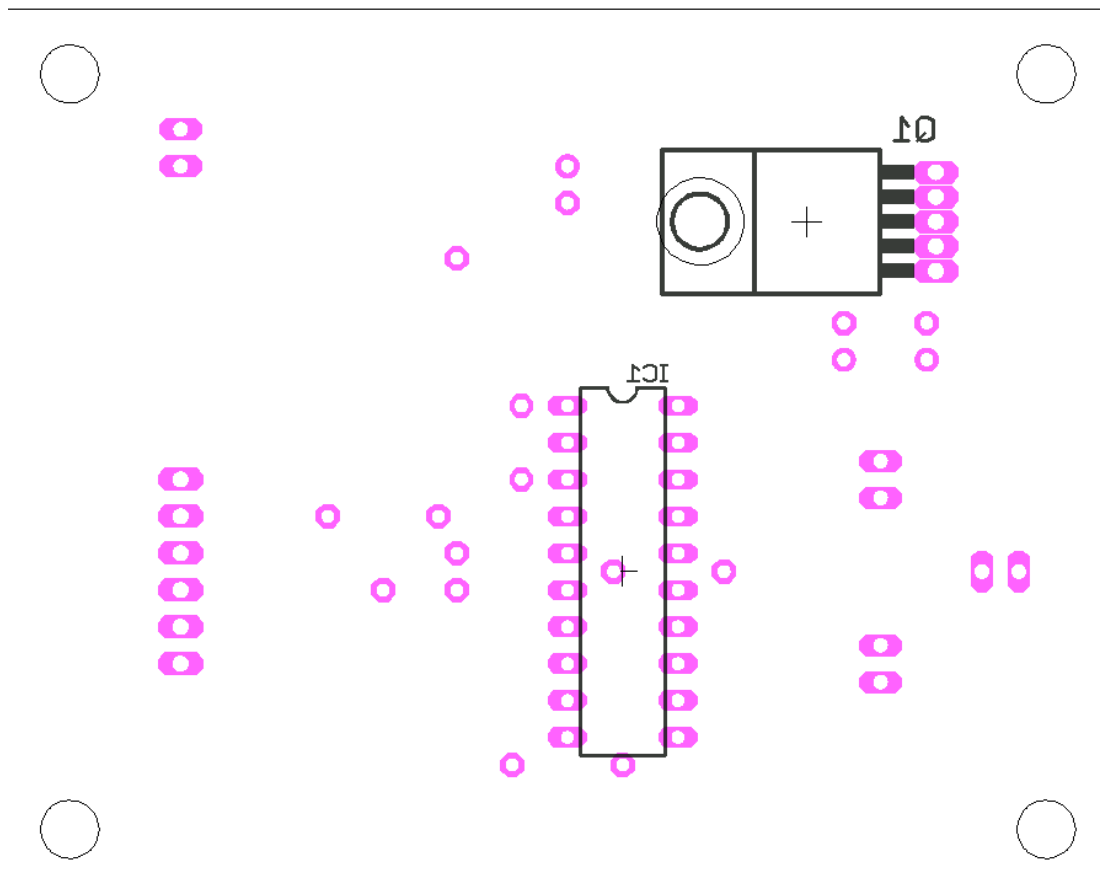


Схема расположения элементов с нижней стороны платы



Об использовании этого документа

Самая свежая версия этого документа находится по адресу

<http://sensi.org/~svo/hbridge>

там же можно найти дополнения к статье, проект в формате системы **EAGLE** и файлы с фотошаблонами для печати.

Я приветствую критику и буду рад выслушать замечания и пожелания. Мой почтовый адрес может быть найден на моей домашней странице

<http://sensi.org/~svo>

Убедительная просьба не осуществлять частичную или полную публикацию этой статьи, в том числе не размещать ее на других сайтах Интернет, без согласования с автором.

Информация, приведенная в данной статье может служить только основанием для дальнейшего обучения и исследований. Я не гарантирую работоспособность схем и программ приведенных в настоящем документе. Также, я не несу ответственность за любой вред причиненный в результате какого угодно, предполагаемого или нет, использования предоставленных мной, или косвенно упомянутых материалов.

С уважением,

Вячеслав Славинский

Дата последней редакции:

26.10.05