

Интерфейсы вычислительных систем.
Индивидуальное задание.
Вариант 2.1

1. Анализ поставленного задания и разработка структурной схемы

Задание: разработать машинку на радиоуправлении согласно следующим требованиям.

Требования:

1. Устройство должно быть реализовано на базе МК ESP32 (ESP32-D0WDR2-V3).
2. Привод движения представлен 2-я коллекторными двигателями.
3. Привод направления представлен сервоприводом.
4. Аккумулятор должен обеспечивать возможность устройства автономно работать в течение 20 минут.
5. В качестве устройства ввода используется камера.
6. Обеспечить работу устройства ввода по каналу WI-FI.
7. Приемник радиосигнала представлен схемой MX-RM-5V.

Таким образом, структурная схема будет представлена следующими блоками:

1. Блок управления
2. Блок ввода
3. Приемник радиосигнала
4. Блок питания
5. Блок движения
6. Блок направления

Блок управления: МК ESP32 (ESP32-D0WDR2-V3), имеющий встроенный модуль WI-FI, а также поддерживающий большинство низкоскоростных интерфейсов.

$I_{cons} = 240 \text{ mA}$

$V_{dd} = 3.3 \text{ V}$

Блок ввода: Камера OV7670/5642, конфигурируемая по I2C интерфейсу, и передающая изображение по VGA. Так как контроллер не поддерживает аппаратную реализацию, этот интерфейс будет описан программно.

$I_{cons} = 22 \text{ mA}$

$V_{dd} = 2.5 \dots 3 \text{ V}$

<https://robot-kit.ru/3107/>

<https://bitluni.net/esp32-i2s-camera-ov7670>

<https://zizibot.ru/directory/camera/ov7670/>

Приемник радиосигнала: приемник MX-RM-5V обеспечивает прием сигнала по радиоканалу, и транслирует оттуда данные, задействуя всего один GPIO МК, что важно, поскольку блок ввода (камера) задействует до 18 GPIO. Также следует подключить выход приемника через делитель напряжения для согласования с уровнем напряжения на МК.

$I_{cons} = 4.5 \text{ mA}$

$V_{dd} = 5 \text{ V}$

<https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/besprovodnoy-peredatchik-fs1000a-i-priemnik-mx-rm-5v/>

Блок движения: два коллекторных двигателя постоянного тока F130-2190 для управления движением вперед-назад. Управлять питанием двигателей мы будем напряжением с выхода МК через транзисторный мост из четырех MOSFET, включенный в цепь питания, считаем что он входит в наш блок.

$I_{cons} = 115 \dots 500 \text{ mA}$

$V_{dd} = 3 \text{ V}$

Блок направления: серводвигатель MS-1.3-9 с крутящим моментом 1.3кг.см при напряжении 4.8В и диапазонов вращения 180°, обеспечивает выбор направления поворота с его удержанием при внешнем воздействии. Аналогично блоку движения в данном блоке в цепь управления мы включим один MOSFET транзистор, на который подадим ШИМ с МК.

$I_{cons} = 500 \text{ mA}$

$V_{dd} = 5 \text{ V}$

Блок питания: аккумулятор для поддержания автономной работы в течение 20 минут, напряжением не ниже 5В (максимальное напряжение питания, используемое в устройстве) A-BLOCK C60.10BP (никель-кадмиевый, перезаряжаемый), а также кнопка включения-выключения (switch) для подключения к зарядному устройству или же автономной работы, разъем для зарядного устройства.

$V_{dd} = 6 \text{ V}$

$W = 1000 \text{ mAh}$ (с запасом -- лучше)

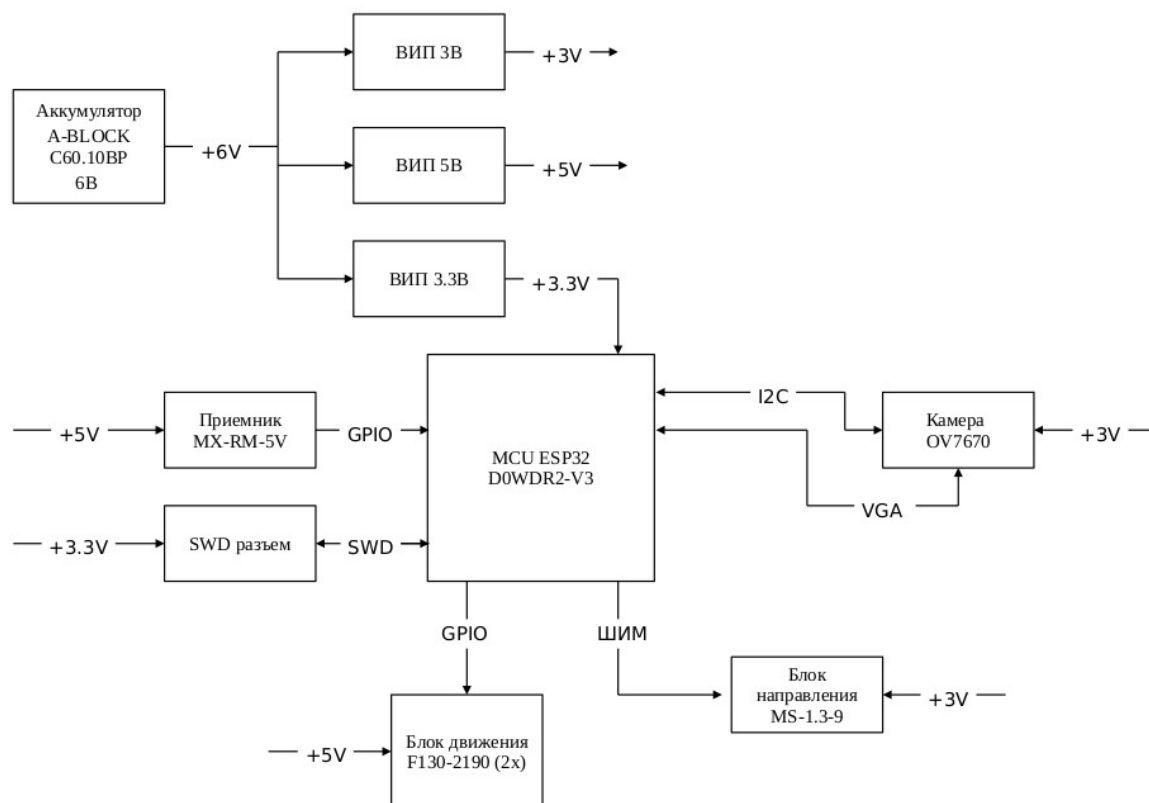


Рисунок 1. Предварительная структурная схема

2. Выбор электронной компонентной базы

Габариты всех элементов адекватно соотносятся с габаритами конечного устройства, не превышают его собственных возможных размеров (относительно аналогов).

Начнем выбор с разъемов и переключателей: нам необходим разъём на 9x2 входов для подключения модуля камеры, также разъём для подключения интерфейса SWD (4 входа) и разъём для внешнего зарядного устройства, для отключения автономного питания на время зарядки добавим переключатель (нужен ли он?).

В качестве разъёма для зарядного устройства выберем разъём питания гнездо TP-003A 2.5x5.5мм., для отключения питания используем переключатель движковый KLS7-SS-12F19-G5. Для SWD выберем разъём MINTRON-MTP125-1105S1. Для подключения модуля камеры выберем разъём гнездо PBD-18 (DS-1023-2x9), 2.54мм. (возможно стоит опустить этот момент или просто «впаять» модуль в плату? Учет конструктивных особенностей не производится нами в разработке принципиальной схемы — главное способ подключения? Если оставить разъём, то включение производится напрямую?)



Рисунок 2. Разъем гнездо TP-003A 2.5x5.5мм
(<https://www.chipdip.ru/product/tp-003a>)

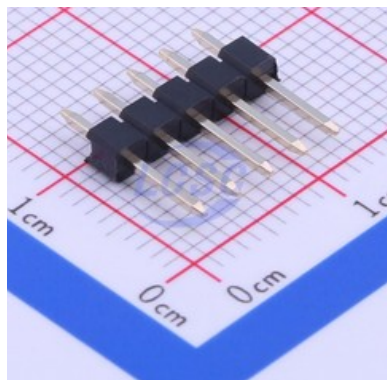


Рисунок 3. Разъем MINTRON-MTP125-1105S1

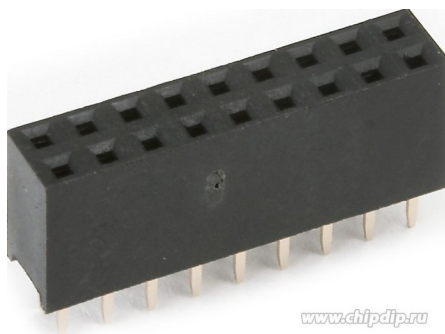


Рисунок 4. Разъем PBD-18 (DS-1023-2x9)
<https://www.chipdip.ru/product/pbd-18>

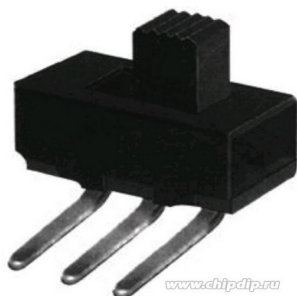


Рисунок 5. Переключатель KLS7-SS-12F19-G5
<https://www.chipdip.ru/product/cls7-ss-12f19-g5>

Теперь выберем активные элементы и микросхему.

Для блока управления, как уже оговаривалось, нами выбрана микросхема ESP32-D0WDR2-V3, имеющая 48 pin-ов, поддерживающая работу интерфейса I²C, SWD (JTAG) интерфейс, имеющая встроенный ШИМ контроллер, а также обладающая Wi-Fi модулем, необходимым для беспроводной передачи изображения.

В блоке приемника, схема MX-RM-5V обеспечивает прием сигнала по радиоканалу, и транслирует оттуда данные. Необходим резистивный делитель, обеспечивающий понижение напряжения с выхода этой схемы в 1.5 раза ($U_{in}/U_{out} = 5V / 3.3V = 1.5V$), для этого используем три резистора номиналом 20Ом (подключим как резисторы 20Ом и последовательно 40Ом) (верно ли выбраны номиналы? Выбирал исходя из цели обеспечить наименьшие потери мощности на них при том, что потребление приемника 4.5мА, насколько понимаю, с его выхода больше этого значения ток и не потечёт на GPIO).

В блоке ввода используем модуль камеры OV7670/5642, конфигурируемой по I2C интерфейсу, и передающей изображение по VGA. Интерфейс VGA будет поддерживаться программно, для буферизации изображения будет использоваться внутренняя память, в связи с этим разрешение изображения будет пониженным.

В блоке движения предлагается использовать два коллекторных двигателя постоянного тока F130-2190 для управления движением вперед-назад. Оба двигателя будут отвечать за перемещение в одном направлении, а его выбор будет обеспечиваться транзисторным Н-мостом. Поэтому в один мост включим сразу два двигателя. Для этого нам понадобится 4 MOSFET транзистора N-CH 30V (SOT-23-3) (<https://www.chipdip.ru/product/bsh105.215>), напряжение затвора 3.3V для которого является допустимым (при пороговом 2.5V). Максимальный допустимый ток сток-исток составляет 0.825мА, что превышает в 1.65 раза максимальный возможный ток в цепи коллекторного двигателя. (не увидел ограничений по току на затворе — а в методичке сказано, что 12мА с GPIO не хватит для открытия, почему? Нашел множество схем, где выходом с esp32 через n-канальный mosfet управляются цепи до +12V) Другой вариант — АО3480А N-MOSFET 30V 5.7A [SOT-23-3] (<https://www.chipdip.ru/product0/9001231101>), пороговое напряжение которого 1.5V, а максимальный допустимый ток сток-исток 4.7А. Если я ошибся в рассуждениях выше, то допустимо ли использовать следующий драйвер затворов — UCC27324D ($V_{dd} = 5V, I_{out}=4A$)?

В блоке направления будем использовать один транзистор той же серии, что в блоке движения, и включим его в цепь управления сервоприводом MS-1.3-9 на GPIO, поддерживающий ШИМ. В этом случае допустимый ток сток-исток будет также взят с запасом в 1.6 раз (или даже больше для второго выбранного транзистора), поскольку потребляемый ток сервопривода также составляет 0.5мА.

Как уже было указано, для подключения в блоке питания аккумулятора A-BLOCK C60.10BP используем ранее выбранные разъем и подвижный переключатель.

В блоке питания необходимо применить ВИП для формирования напряжения 3,3В для управляющей части схемы. Так как по заданию требуется импульсный ВИП, а потребление управляющей части схемы не более 240мА, выбран TPS54202DDCR.

Для ВИПов 5В и 3В воспользуемся линейными стабилизаторами LM317 — ток потребления в цепи питания 5В не превысит 1.1А (два коллекторных двигателя и приемник), а в цепи питания 3В максимальное потребление составит 0.52мА.

Тогда, дополненная структурная схема примет следующий вид:

