Smart Box

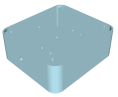
Збираємо автоматичну коробку

1. Комплект і порядок друку

Знайди ці деталі



Основний корпус — 1 шт.



Задній відсік — 1 шт.



Відкидна кришка з вухами петель — 1 шт.



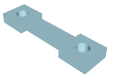
Плоска задня кришка — 1 шт.



Притискач Nano: маленька планка, один отвір — 4 шт.



Планка батареї: прямокутна, два отвори — 1 шт.



Притискач серво: вузька середина, два отвори — 2 шт.



Рамка датчика з розривом унизу — 1 шт.



Основа важеля: чотири отвори, бортики — 1 шт.



Притиск качалки: три отвори — 1 шт.



Тяга: вузька планка із заокругленими кінцями, два отвори — 1 шт.



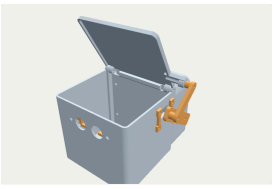
Втулка: циліндр з отвором, довжина 6 мм — 2 шт.

Звір кількість із підписами. Втулок потрібно 2 шт.; решта кількостей підписана біля деталей.

Зроби

1. Розклади друковані деталі за назвами у ZIP: 12 типів, разом 17 деталей. Назва файла містить потрібну кількість.
2. Перевір отвори та кишені гайок: забери вільні нитки й напливи, не розсвердлюй посадки навмання.
3. Розклади гвинти окремо: M3×10, ×12, ×16, ×20, ×25 і M2,5×6. Довжину вимірюй від нижньої площини головки до кінця стрижня.
4. Відклади 4 самоконтрівні гайки M3 з нейлоновими кільцями для двох петель та двох осей тяги. Решта гайокM3 звичайні.
5. Відклади 4 шайби Ø6×0,5 для петель. Вісім шайб Ø7×0,5 потрібні для відсіку та тяги.
6. Якщо деталі ще не надруковані: спочатку малі деталі, потім корпус і задній відсік, останніми кришки. Масштаб 100%, орієнтація з STL, Farm3D PETG0,2 мм,4 стінки,20%gyroid,без кайми.

Що має вийти

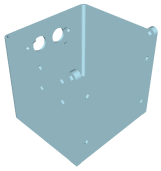


Огляд комплекту; це не вказівка одразу зібрати всю коробку.

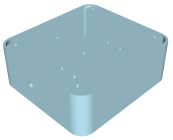
Перевір: Перед продовженням: прибрати нитки, перевірити відкритість отворів, приміряти компоненти. Провисання над круглими отворами ще потребує перевірки на твоєму друці.

2. Задній відсік

Знайди ці деталі



Основний корпус — 1 шт.



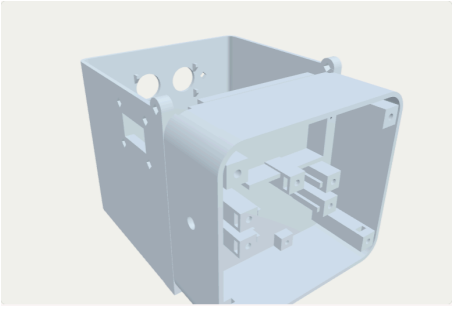
Задній відсік — 1 шт.

4 × M3×10; 4 шайби Ø7×0,5; 14 звичайних гайок M3: 10 у кишені відсіку + 4 для кріплення до корпуса; 2 гайки M2,5 для плати LM2596.

Зроби

1. Поклади порожній задній відсік відкритою стороною до себе: два вирізи під петлі вгорі, прямокутний кабельний прохід праворуч.
2. Встав 4 гайки M3 у бічні кишені чотирьох найвищих кутових стійок. Це гайки задньої кришки; її гвинти M3×12 встановлюються наприкінці.
3. Встав 4 гайки M3 у кишені чотирьох стійок навколо місця Nano посередині відсіку. Вони приймуть гвинти M3×12 чотирьох притискачів Nano.
4. Встав 2 гайки M3 у кишені двох стійок по обидва боки лотка Крони у верхній частині відсіку. До них планка батарейки кріпиться двома M3×10.
5. Встав 2 менші гайки M2,5 у кишені двох низьких стійок LM2596 у нижній частині відсіку. Це єдине місце для M2,5; пізніше через плату сюди йдуть два M2,5×6.
6. Приклади задній відсік до основного корпуса, сумістивши кабельні проходи.
7. На кожен із чотирьох M3×10 надінь шайбу Ø7×0,5. Встав гвинти зсередини заднього відсіку через його дно та стінку основного корпуса.
8. Усередині основного корпуса накрути 4 окремі звичайні гайки M3 й затягни. Ці гайки не входять до попередніх 12. Задню кришку поки не встановлюй.

Що має вийти

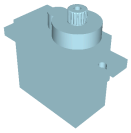


Задній відсік прикручений до основного корпуса; його кришка ще знята.

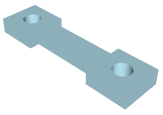
Перевір: Перевір доступ ключа і суміщення кабельного проходу. Не закривай відсік.

3. Сервопривід SG90

Знайди ці деталі



SG90 — сервопривід із комплекту, модель без кабелю



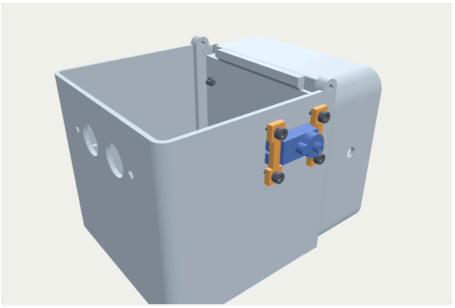
Притискач серво: вузька середина, два отвори — 2 шт.

SG90; 4 × M3×16; 4 звичайні гайки M3. Друкованих притискачів — 2.

Зроби

1. Від'єднай батарейку й USB. Поки не став качалку на вал SG90.
2. Пропусти триконтактний штекер SG90 зсередини основного корпуса через бічне вікно назовні.
3. Встав корпус SG90 у це вікно зсередини: вал має виступати назовні, кабель виходити в бік передньої стінки з отворами датчика.
4. Встав 4 звичайні гайки M3 у кишені бічної опори зсередини основного корпуса — по одній навпроти кожного отвору двох притискних планок.
5. Поклади дві друковані планки поверх монтажних вух серво ззовні.
6. Встав по 2 гвинти M3×16 через кожну планку та затягни в гайки опори. Головки залишаються ззовні, гайки — всередині.
7. Перевір рукою корпус серво: він не хитається, а кабель не затиснутий вухом чи планкою.

Що має вийти



SG90 закріплений двома планками, вал назовні; качалки на валу ще немає.

Перевір: Вал назовні. Кабель не притиснутий вухом або планкою; тягу поки не встановлюй.

4. Датчик: контакти вниз

Знайди ці деталі



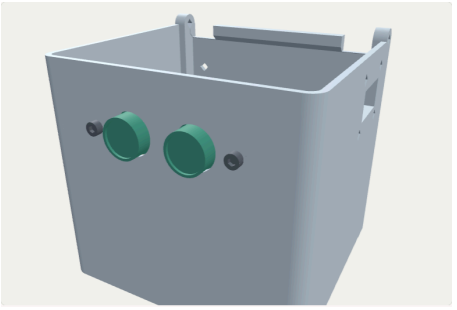
Рамка датчика з розривом унизу — 1 шт.

HC-SR04; 4 дроти; 2 × M3×16; 2 звичайні гайки M3.

Зроби

1. Встав HC-SR04 зсередини основного корпуса: дві металеві банки — в круглі отвори передньої стінки,4 контакти — вниз.
2. Під'єднай 4 дроти до підписаних контактів VCC, TRIG, ECHO, GND; запиши, який дріт відповідає кожному сигналу.
3. Приклади друковану рамку до заднього боку плати, вирізом під контакти вниз.
4. Встав 2 гвинти M3×16 ззовні передньої стінки в малі отвори ліворуч і праворуч від банок датчика.
5. За рамкою всередині корпуса накрути 2 звичайні гайки M3. Підтягуй почергово, лише до фіксації: плата не повинна вигинатися.
6. Перевір: біля «очей» видно головки гвинтів, обидві гайки залишилися всередині.

Що має вийти

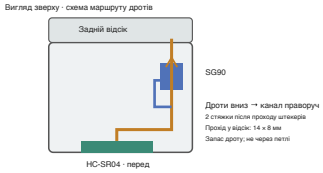


Датчик закріплений контактами вниз; головки гвинтів біля «очей», гайки всередині.

Перевір: ГОЛОВКИ біля «очей», ГАЙКИ всередині. Плата має спиратися на опори, без вигину від затягування.

5. Маршрут дротів

Знайди ці деталі



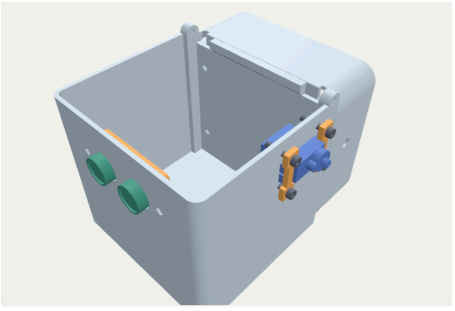
Маршрут дротів: вигляд зверху,
передня стінка внизу схеми

Дроти датчика й кабель серво; 2 стяжки шириною 2,5 мм. Нові друковані деталі не потрібні.

Зроби

1. Від нижніх контактів датчика опусти 4 дроти вниз і заведи їх у канал уздовж правої стінки, якщо дивитися на коробку спереду.
2. Поклади кабель серво в цей канал попереду SG90; не проводь його через петлі або зовні біля тяги.
3. Пропусти вільні кінці та потрібні штекери крізь прямокутний прохід 14×8 мм у задній відсік.
4. У каналі шириною 7,2 мм розмісти самі дроти; великі штекери залиш поза вузькою частиною.
5. Протягни дві стяжки шириною 2,5 мм через пари щілин каналу й прихопи джгут.
6. Залиш невелику петлю біля кожного модуля: його має бути можливо зняти без натягу дротів. Тільки тоді підтягни стяжки.

Що має вийти

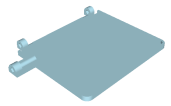


Дроти йдуть внутрішнім каналом до заднього відсіку та не перетинають петлі.

Перевір: Чистий канал 7,2 мм: у ньому лежать дроти, а великі роз’єми залишаються поза каналом. Залиш запас для обслуговування. Біля петель дротів бути не повинно.

6. Дві петлі кришки

Знайди ці деталі



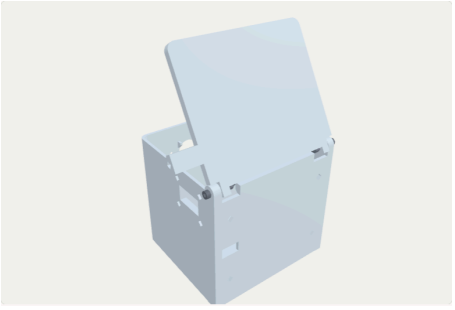
Відкидна кришка з вухами петель — 1 шт.

2 × M3×20; 4 шайби Ø6×0,5; 2 самоконтрівні гайки M3 з нейлоновими кільцями.

Зроби

1. Сумісти отвори лівої петлі корпуса й основної відкидної кришки.
2. Візьми M3×20, надінь шайбу Ø6×0,5 й встав гвинт із зовнішнього боку лівої стінки всередину коробки: спочатку крізь вухо корпуса, потім крізь вухо кришки.
3. З внутрішнього боку надінь другу шайбу Ø6×0,5 та накрути самоконтрівну гайку M3 з нейлоновим кільцем.
4. Так само встанови другий M3×20 на правій петлі: головка зовні правої стінки, гайка всередині. Разом потрібно 2 гвинти, 4 шайби та 2 самоконтрівні гайки.
5. Підтягуй гайки лише до усунення зайвого люфту: кришка має вільно рухатися рукою. M2,5 для петель не використовуються.

Що має вийти

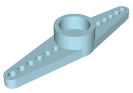


Кришка тримається на двох петлях і вільно рухається; тяга ще не приєднана.

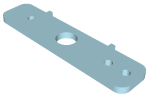
Перевір: Кришка тримається на петлях незалежно від тяги. Перевір ручний хід. Не затягуй до заклинювання й не замінюй внутрішню шайбу Ø6 на Ø7.

7. Качалка й нижня вісь — на столі

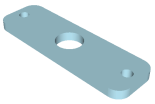
Знайди ці деталі



Подвійна качалка з комплекту SG90 — 1 шт., не друкована



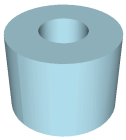
Основа важеля: чотири отвори, бортики — 1 шт.



Притиск качалки: три отвори — 1 шт.



Тяга: вузька планка із заокругленими кінцями, два отвори — 1 шт.



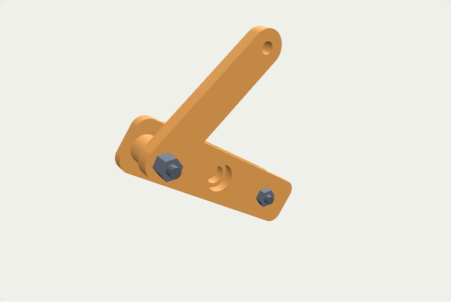
Втулка: короткий циліндр з отвором, довжина 6 мм — 1 шт.

Подвійна пластикова качалка з комплекту SG90; 2 × M3×12 та 2 звичайні гайки M3; 1 × M3×20; 2 шайби Ø7×0,5; 1 самоконтрівна гайка M3.

Зроби

1. Працюй на столі; друкований вузол поки не встановлюй на вал серво. Верх тяги поки не приєднуй до кришки.
2. Поклади подвійну пластикову качалку SG90 між основою важеля (чотири отвори й бортики) та притиском качалки (три отвори); сумісти центральні отвори.
3. Через два крайні монтажні отвори притиску встав 2 гвинти M3×12, проведи їх крізь основу й накрути 2 звичайні гайки M3 з протилежного боку. Пластикова качалка затиснута між двома друкованими деталями.
4. У вільний отвір нижньої осі основи встав M3×20. На стрижень після основи надінь шайбу Ø7×0,5, друковану втулку довжиною 6 мм, другу шайбу Ø7×0,5 і нижній отвір тяги.
5. Накрути самоконтрівну гайку M3. Тяга має вільно повертатися на осі без заклинювання.
6. Відклади готовий вузол: спочатку потрібно підключити електроніку за кроком 9, а потім виконати розділ «Калібрування серво» нижче.

Що має вийти



Качалка затиснута між двома друкованими деталями, тяга прикручена через втулку. Вузол ще лежить на столі, не на валу.

Перевір: Качалка й нижня вісь складені на столі. На валу серво поки нічого немає; верх тяги вільний.

8. Приєднання тяги

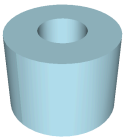
Знайди ці деталі



Відкидна кришка з вухами петель — 1 шт.



Тяга: вузька планка із заокругленими кінцями, два отвори — 1 шт.



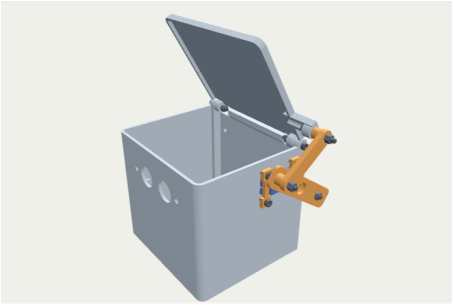
Втулка: короткий циліндр з отвором, довжина 6 мм — 1 шт.

Це вже встановлена кришка і тяга з попереднього кроку, не додаткові копії. Візьми другу втулку 6 мм, 1 × M3×25, 2 шайби Ø7×0,5 і 1 самоконтрівну гайку M3.

Зроби

1. Цей крок показує кріплення верхньої осі. Виконуй його лише тоді, коли до нього направить розділ «Калібрування серво». До того залиш верх тяги вільним.
2. Підтримай основну кришку приблизно на 60° від закритого положення.
3. Проведи M3×25 через вухо важеля кришки з внутрішнього боку; для шестигранника 2,5 мм передбачено отвір доступу Ø6 у важелі.
4. На стрижень після вуха надінь шайбу Ø7×0,5, другу друковану втулку 6 мм, другу шайбу Ø7×0,5 та верхній отвір тяги.
5. Накрути самоконтрівну гайку M3 зовні тяги. Підтягуй до зникнення зайвого люфту, зберігаючи вільне обертання.
6. Не вмикай автоматичний режим, доки не записані й не внесені CLOSED_ANGLE та OPEN_ANGLE.

Що має вийти

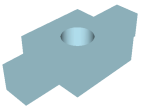


Верх тяги прикручений до важеля кришки. Виконай це з’єднання лише за вказівкою калібрування.

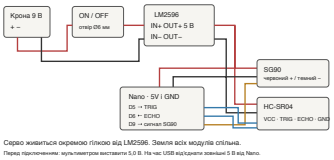
Перевір: Верхня вісь встановлюється під час калібрування, після виставлення90° та підбору положення качалки. Сам по собі перегляд3D не є командою підключити тягу.

9. Електроніка та живлення

Знайди ці деталі



Притискач Nano: маленька планка, один отвір — 4 шт.



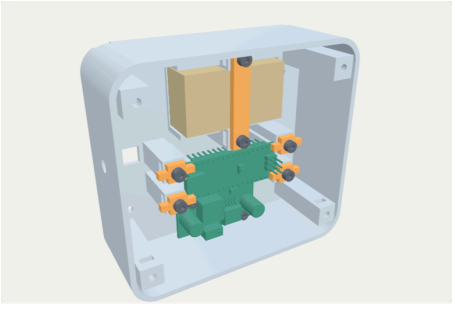
Підключення Nano, LM2596, SG90 та HC-SR04 — електрична схема

Nano; LM2596; кліпса Крони; вимикач під Ø6 мм; дроти; 4 × M3×12 для Nano; 2 × M2,5×6 для LM2596. Гайки вже встановлені на кроці 2. Потрібні мультиметр і USB-кабель.

Зроби

1. Поклади LM2596 на дві низькі стійки внизу заднього відсіку. Встав 2 гвинти M2,5×6 з боку компонентів через монтажні отвори плати та вкрути у дві гайки M2,5, встановлені в бічних кишенях на кроці 2.
2. За вимкненого живлення під'єднай плюс кліпси Крони через вимикач до LM2596 IN+, мінус кліпси — до IN–. Контакти ізолюй.
3. Поки не підключай OUT+ до Nano, датчика або серво. Приєднай батарею, увімкни вимикач і виміряй постійну напругу між OUT+ та OUT– мультиметром.
4. Обережно обертай регулятор LM2596, спостерігаючи за мультиметром, до 5,0 В. Потім вимкни живлення й від'єднай батарею.
5. Під'єднай три окремі гілки OUT+: до Nano5V, HC-SR04 VCC і червоного дроту SG90. OUT– з'єднай з Nano GND, HC-SR04 GND та коричневим/чорним дротом SG90.
6. Під'єднай TRIG датчика до NanoD5, ECHO доD6, сигнальний жовтий/помаранчевий дріт SG90 доD9. Керуйся підписами контактів, а не порядком кольорів.
7. Постав Nano на опори посередині відсіку й прикрути 4 притискачі чотирма M3×12 у гайки, встановлені на кроці 2. Притискачі тримають краї плати, а не деталі чи дроти.
8. Перейди до розділу «Калібрування серво». Для USB-підключення спершу від'єднай зовнішній дріт OUT+ від контакту 5V Nano; спільний GND залиш.

Що має вийти

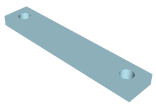


Плати закріплені, проводи підключені; перед USB зовнішній дріт 5 В від Nano від'єднаний.

Перевір: MINI560 і прямокутний вимикач 8×13 мм призначені для іншого проєкту — дальноміра. Для коробки v5 їхні посадки не розроблені. На 3D батарея показана габаритом, вимикач і проводи — на схемах.

10. Перевірка, закриття й обслуговування

Знайди ці деталі



Планка батареї: прямокутна, два отвори — 1 шт.



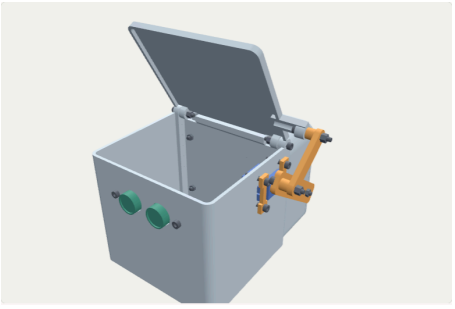
Плоска задня кришка — 1 шт.

Крона з кліпсою; ізолювальна прокладка 1,5 мм; 2 × M3×10 для планки; 4 × M3×12 для задньої кришки. Гайки вже у відсіку.

Зроби

1. Після калібрування від’єднай USB і батарею. Віднови окрему гілку OUT+5 В до Nano5V.
2. Поклади Крону з кліпсою в її лоток у задньому відсіку.
3. Поклади ізолювальну пружну прокладку 1,5 мм між батареєю та друкованою планкою.
4. Прикрути планку двома M3×10 у дві гайки її стійок. Батарея не має випадати, кліпса й дроти не затиснуті.
5. Із відкритим заднім відсіком виконай 5 циклів відкривання й закривання. За гудіння серво, упору або перезапуску Nano відразу вимкни живлення; не закривай відсік до усунення причини.
6. Накрий задній відсік плоскою задньою кришкою. Встав 4 гвинти M3×12 ззовні крізь чотири кутові отвори кришки й вкрути у гайки M3 найвищих кутових стійок, установлені на кроці 2. Тут не потрібні M2,5 або самоконтрівні гайки.
7. Для заміни батареї вимкни живлення, викрути 4 M3×12 задньої кришки та 2 M3×10 планки. Для доступу до Nano досить зняти задню кришку.
8. Для зняття SG90 підтримай відкриту кришку, від’єднай верх тяги, зніми центральний гвинт качалки й вузол, тоді відкрути 4 M3×16 притискних планок серво.

Що має вийти



Після перевірки руху батарейка закріплена планкою, задній відсік закритий.

Перевір: Для зняття SG90: від’єднати верх тяги при відкритій кришці → центральний гвинт і качалку → притискачі. Датчик виймається всередину після зняття рамки. Фізичні посадки та автономність поки не підтверджені.

▼ Що і за чим друкувати

Завантажувати STL як ОКРЕМІ об'єкти, не як частини одного об'єкта. Масштаб 100%; не застосовувати автоматичне обертання — файли вже лежать на столі правильно. Номер на початку — черга пластини, літера — окремий тип деталі.

Черга	Файл	Кількість	Орієнтація
1	1a_nano_clamp_v5.stl	4	плазом
1	1b_battery_strap_v5.stl	1	плазом
1	1c_servo_keeper_v5.stl	2	плазом
1	1d_sensor_keeper_v5.stl	1	плазом, виріз контактів знизу в збірці
1	1e_crank_base_v5.stl	1	широкою площиною вниз, бортики вгору
1	1f_crank_cover_v5.stl	1	плазом
1	1g_rod_v5.stl	1	плазом
1	1h_pivot_spacer_v5.stl	2	отвір вертикально
2	2a_body_v5.stl	1	дном вниз, відкритою стороною вгору
2	2b_rear_shell_v5.stl	1	зовнішнім дном вниз, стійками вгору
3	3a_lid_v5.stl	1	зовнішньою плоскою стороною вниз
3	3b_rear_cover_v5.stl	1	плазом

Усього 12 STL, 17 друкованих деталей. Спочатку пластина 1 і перевірка посадок на наявних компонентах. Для PETG: сопло 0,4; шар 0,2; 4 периметри; 5 нижніх/верхніх шарів; 20% gyroid. Температура й потік — перевірений профіль саме вашого PETG, не профіль прозорого абажура. Орієнтир майстерні 240–245 °C / стіл 75–80 °C, але він не замінює профіль виробника й калібрування. Малі деталі друкувати разом для охолодження. Brim вимкнений за вибором Романа. Пластина 1 без підтримок. Кришка пластиною вниз, без підтримок.

Перед пластиною 2 оглянути пошарово верхівки круглих отворів «очей» Ø17, Ø6 вимикача та дахи кишень. Автоматичні підтримки в кишенях гайок можуть заблокувати складання. Перевірка кутів відрізняє короткі мости від справжніх нависань; якість круглих «очей» на PETG не підтверджена фізичним друком.

▾ Кріплення та інструменти

M3: машинні гвинти ISO 4762, циліндрична головка Ø5,5×3, шестигранник 2,5 мм. M2,5: головка Ø4,5×2,5, ключ 2 мм. Гайки DIN934 M3 AF5,5×2,4; M2,5 AF5×2. Самоконтрівні M3 висотою 4 мм. Не використовувати M3 як саморіз у пластику.

Вузол	Гвинти	Пакет / гайка / запас
Задній відсік до корпуса	4× M3×10	шайба 0,5 + дно 2,4 + стінка 2,4 + гайка 2,4; виступ 2,3
Задня кришка	4× M3×12	2,4 + дах 4,8 + гайка 2,4; зачеплення 2,4; до дна отвору 1,4
Nano	4× M3×12	притиск 3 + дах 2 + гайка 2,4; зачеплення 2,4; до дна 0,9
Батарея	2× M3×10	планка 3 + дах 2 + гайка 2,4; до дна 2,8
LM2596	2× M2,5×6	PCB до опорної поверхні 1,65 + дах 2,3 + гайка 2; зачеплення 2; до дна 0,55
SG90	4× M3×16	притиск 3 + вуха 2,5 + дах 2,6 + гайка 2,4; гайка у кишені зсередини корпуса; виступ 5,5
Датчик	2× M3×16	від передньої стінки до задньої рамки 8 + рамка 3 + гайка 2,4; виступ 2,6
Петлі	2× M3×20	шайба 0,5 + вухо 6 + проміжок 0,5 + вухо 6 + шайба 0,5 + самоконтрівна гайка 4; виступ 2,5
Затиск качалки	2× M3×12	кришка 3 + качалка 2 + основа 3 + гайка 2,4; виступ 1,6
Нижня вісь тяги	1× M3×20	основа 3 + шайба 0,5 + втулка 6 + шайба 0,5 + тяга 4 + самоконтрівна гайка 4; виступ 2
Верхня вісь тяги	1× M3×25	вухо 7 + шайба 0,5 + втулка 6 + шайба 0,5 + тяга 4 + самоконтрівна гайка 4; виступ 3

Підсумок гвинтів: M3×10 — 6; M3×12 — 10; M3×16 — 6; M3×20 — 3; M3×25 — 1; M2,5×6 — 2. Гайки M3 звичайні — 22; M3 самоконтрівні — 4; M2,5 — 2. Шайби: 4× M3 Ø6×0,5 для петель (зменшена серія), 8× M3 Ø7×0,5 для кріплення відсіку та тяги. Не ставити Ø7 замість Ø6 з внутрішнього боку петель: зачіпатиме кришку. Отвори M3 вертикальні Ø3,4, горизонтальні ромбічні з вписаним Ø3,6; M2,5 Ø2,8.

Також: комплектний центральний гвинт SG90, кліпса «Крони», пружна ізолювальна прокладка 1,5 мм під планку батареї, 2 стяжки шириною 2,5 мм, дроти, термоусадка. Інструменти: ключі 2 і 2,5 мм, тонкі плоскогубці/ключ 5,5 мм, викрутка комплектного гвинта SG90, мультиметр, паяльник. Нарізання різьби й вплавлення вставок не потрібні.

Карта гайок заднього відсіку

Дивись у відкритий відсік: два вирізи під петлі вгорі, прямокутний кабельний прохід праворуч. Гайки вводяться збоку в кишені; гвинти — через отвори зверху стійок.

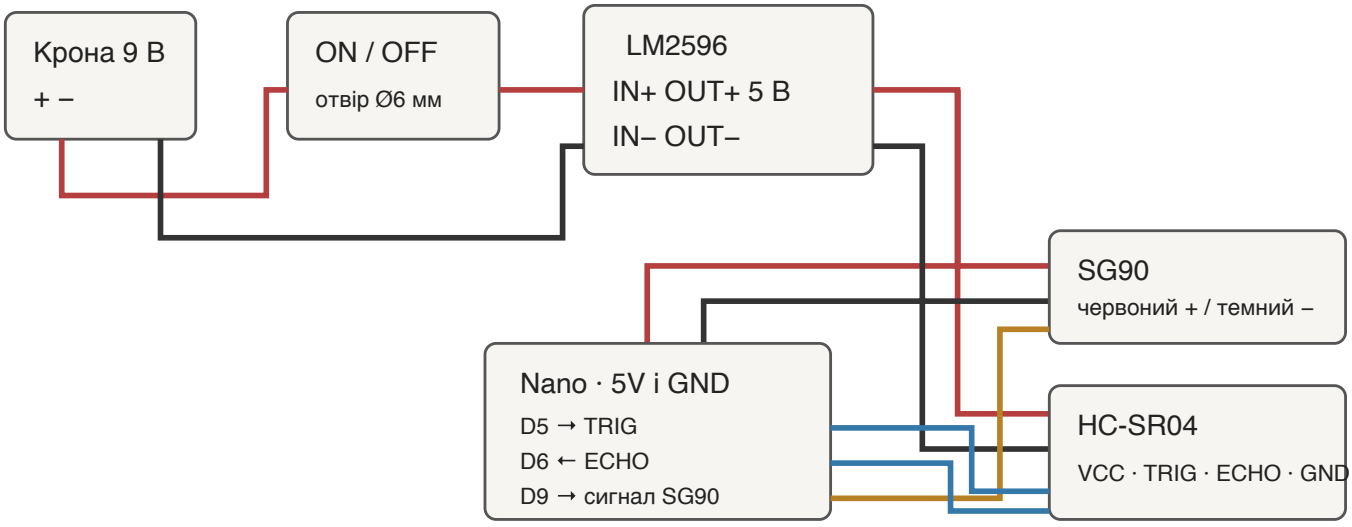
Місце	Гайки в кишенях	Гвинти пізніше
Чотири найвищі кутові стійки — задня кришка	4 звичайні M3	4 M3×12, ззовні крізь задню кришку
Чотири стійки навколо Nano посередині	4 звичайні M3	4 M3×12, крізь притискачі
Дві стійки біля лотка Крони вгорі	2 звичайні M3	2 M3×10, крізь планку батареї
Дві низькі стійки LM2596 внизу	2 M2,5	2 M2,5×6, з боку компонентів крізь плату

Окремо 4 M3×10 із шайбами Ø7×0,5 кріплять сам відсік: головки всередині відсіку, 4 додаткові звичайні гайки M3 — всередині основного корпуса.

Основна відкидна кришка: 2 M3×20 — осі лівої та правої петлі. На кожній головка із шайбою Ø6×0,5 зовні бічної стінки; після вуха корпуса та вуха кришки — друга шайба і самоконтрівна гайка M3 всередині. Задня плоска кришка: 4 M3×12 у кутові стійки. M2,5 є лише на LM2596.

▼ Схема підключення

Схема підключення



Серво живиться окремою гілкою від LM2596. Земля всіх модулів спільна.

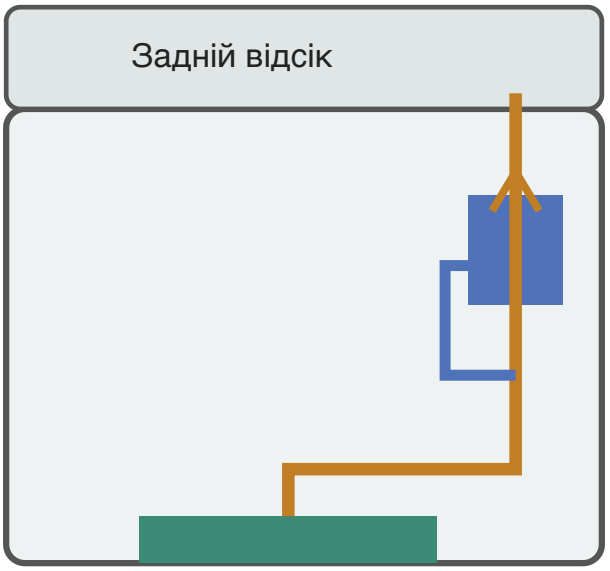
Перед підключенням: мультиметром виставити 5,0 В. На час USB від'єднати зовнішні 5 В від Nano.

Сигнал	Куди під'єднати
HC-SR04 TRIG / ECHO	Nano D5 / D6
SG90 сигнал, зазвичай помаранчевий	Nano D9
LM2596 OUT+ 5,0 В	Окремі гілки до Nano 5V, HC-SR04 VCC і червоного дроту SG90
LM2596 OUT–	Nano GND, HC-SR04 GND, темний дріт SG90

Вимкни живлення перед пайкою. Перевір полярність за маркуванням плати. На час USB від'єднай зовнішню гілку 5 В від Nano; для калібрування серво можна живити від LM2596, залишивши спільну землю. Не живи серво через сигнальний пін або VIN.

Куди прокласти дроти

Вигляд зверху · схема маршруту дротів



HC-SR04 · перед

SG90

Дроти вниз → канал праворуч

2 стяжки після проходу штекерів

Прохід у відсік: 14 × 8 мм

Запас дроту; не через петлі

▼ Калібрування серво — виконати на кроці 9

Калібрування серво

1. Підготуй живлення та скетч

1. SG90 має бути вже закріплений у корпусі за кроком 3. Від'єднай батарею й USB. На валу немає качалки; верх тяги не з'єднаний із кришкою.
2. Перевір, що LM2596 вже налаштований на 5,0 В за кроком 9. Червоний дріт серво підключений до OUT+, темний — до OUT−, сигнальний — до NanoD9; Nano GND з'єднаний з OUT−.
3. Від'єднай лише дріт зовнішніх 5 В від контакту 5V Nano та ізолюй його кінець. На час калібрування Nano живиться від USB, серво — окремою гілкою LM2596; GND залишається спільним.
4. Під'єднай Nano до комп'ютера USB-кабелем із передаванням даних. Відкрий файл `smartbox_v5.ino` в Arduino IDE.
5. У меню **Tools → Board → Arduino AVR Boards** вибери **Arduino Nano**. У **Tools → Port** вибери порт підключеної плати.
6. У **Tools → Processor** вибери **ATmega328P**. Якщо завантаження не проходить і плата — клон зі старим завантажувачем, повтори з **ATmega328P (Old Bootloader)**. Якщо IDE повідомляє про відсутність `Servo.h`, установи бібліотеку **Servo by Arduino** через Library Manager.
7. Переконайся, що на початку скетчу написано `const bool CALIBRATION_MODE = true;`. Натисни **Upload** і дочекайся повідомлення про успішне завантаження.
8. Відкрий **Tools → Serial Monitor**, вибери **115200 baud**. Якщо початкового повідомлення немає, натисни Reset на Nano. Має з'явитися `CALIBRATION: remove horn first...`. Вал поки не керується скетчем.
9. Приєднай Крону та ввімкни вимикач: LM2596 тепер живить серво. Не під'єднуй назад зовнішні 5 В до Nano, поки приєднаний USB.

2. Вистав 90° та приєднай механізм

1. Перевір ще раз: на валу немає качалки. У полі надсилання Serial Monitor введи малу латинську `a` й натисни Send/Enter. Вал займе положення 90°, у журналі з'явиться `90`.
2. Не від'єднуй живлення, не натискай Reset та не надсилай інших команд під час установлення качалки. Серво утримує знайдене положення; не провертай його вал рукою.
3. Візьми зібраний на столі вузол качалки з нижнім кінцем тяги. Підтримай кришку відкритою приблизно на 60° від горизонтального закритого положення.

4. Приміряй качалку на шліци вала в такому положенні, щоб вільний верхній отвір тяги збігався з отвором важеля кришки без натягу. Для зміни положення знімай качалку зі шліців і переставляй на зуб; не крути вал.
5. Закріпи качалку **комплектним центральним гвинтом SG90** через її центральний отвір. Не замінюй його машинним М3. Підтримуй вузол під час затягування, не передаючи зусилля на редуктор.
6. Приєднай верх тяги за кроком 8: М3×25, дві шайби Ø7×0,5, втулка 6 мм, самоконтрівна гайкаМ3. Кришку поки підтримуй рукою за край поза траєкторією тяги.
7. Якщо сумістити отвори без натягу не вдається, не стягуй їх гвинтом. Зніми качалку зі шліців і підбери інше положення. До цього моменту команда серво залишається 90°.

3. Знайди та запиши два положення

1. Прибери інструменти з траєкторії. Надішли один символ +. Скетч змінить команду на 1° і виведе нове число. Подивись, кришка піднімається чи опускається.
2. Надішли –, щоб повернутися на попереднє число. Далі використовуй той знак, який опускає кришку. Надсилай по одному символу й оглядай механізм після кожного руху.
3. Зупинись, коли кришка спокійно ляже на корпус без додаткового притискання. Якщо серво гуде або тяга напружена, повернись на 1–2° у протилежний бік. Запиши показане число як **CLOSED_ANGLE**.
4. Командами по 1° у протилежний бік відкрий кришку приблизно на 60°. Зупинись до механічного упору, без гудіння та натягу. Запиши число як **OPEN_ANGLE**.
5. Межі скетчу 20–160°. Якщо ходу не вистачає, підтримай кришку, надішли `x`, вимкни живлення й від'єднай верх тяги. Зніми качалку та повтори виставлення 90° із голим валом. Не збільшуй програмні межі навмання.
6. Для негайного припинення керування підтримай кришку й надішли `x`; скетч від'єднає керування серво, тому кришка може опуститися. За механічного упору також вимкни живлення серво.
7. **Не надсилай a з приєднаною тягою:** це повернення до 90°, а не продовження зупиненого руху. Після `x` або перезапуску повернись до процедури знятої качалки, якщо потрібно відновити калібрування.

Що записати	Твоє число з монітора
CLOSED_ANGLE — закрито без тиску	_____
OPEN_ANGLE — відкрито без упору	_____

4. Увімкни автоматичний режим

1. Підтримай кришку, вимкни батарейне живлення серво та від'єднай верх тяги. Nano залиш підключеним до USB; зовнішні 5 В від його контакту 5V усе ще від'єднані.
2. На початку скетчу заміни числа в `const int CLOSED_ANGLE = 90, OPEN_ANGLE = 90;` на власні записані значення. Вони мають відрізнятися й бути в межах 20–160.
3. Зміни `CALIBRATION_MODE = true` на `CALIBRATION_MODE = false`. Натисни Upload і дочекайся успішного завантаження. Якщо в моніторі видно `STOP: set verified...`, виправ числа; механізм поки не підключай.
4. Прибери руку з передньої зони датчика, вимкни батарейку й від'єднай USB. Віднови дріт OUT+ до Nano5V. Увімкни батарейне живлення: з від'єднаним верхом тяги серво має зайняти записане закрите положення.
5. Вимкни живлення. Не провертай вал. Поклади кришку в закрите положення й приєднай верх тяги з тим самим набором M3×25, шайб, втулки та гайки. Отвори мають збігатися без примусу; інакше повтори калібрування.
6. Звільни зону руху та ввімкни живлення. Кришка має лишитися закритою без гудіння. Якщо серво тисне на упор, відразу вимкни його.
7. Піднеси руку перед датчиком на 5–10 см: після трьох послідовних близьких вимірів кришка почне відкриватися. Прибери руку далі 20 см; перед датчиком має лишатися предмет, від якого повертається ехо в межах 4 м. Приблизно через 3 секунди кришка почне закриватися. Якщо еха немає, скетч відкладає закриття.
8. Виконай 5 циклів. Якщо Nano перезапускається, серво гуде або рух зупиняється, вимкни живлення; перевір напругу 5 В під час руху й вільність механіки. Крона не гарантує достатнього струму лише тому, що серво одне.

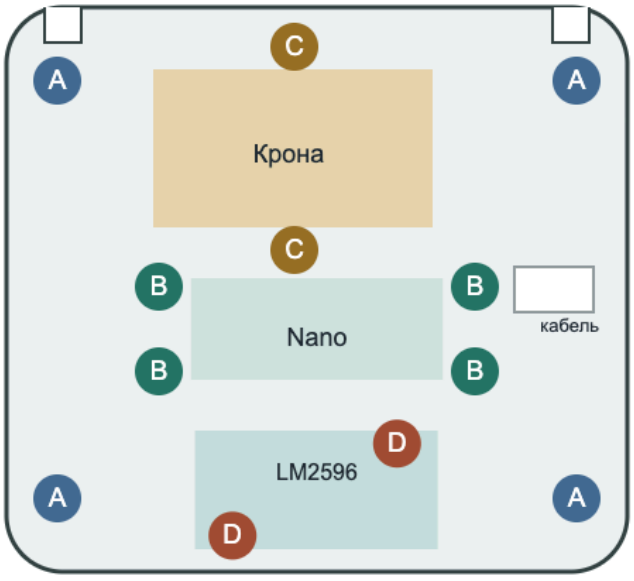
Передній датчик не бачить усього краю кришки. Під час тесту не клади пальці між кришкою та корпусом.

▼ Карта кріплень заднього відсіку

Карта кріплень заднього відсіку

Задній відсік: куди вставляти гайки

Відкритою стороною до себе · вирізи під петлі вгорі



A. 4 × M3 — задня кришка
Гвинти: 4 × M3×12

B. 4 × M3 — притискачі Nano
Гвинти: 4 × M3×12

C. 2 × M3 — планка Крони
Гвинти: 2 × M3×10

D. 2 × M2,5 — плата LM2596
Гвинти: 2 × M2,5×6

Гайки вводяться збоку в кишені стійок, не зверху в отвори.
Схема місць кріплення з CAD; компоненти показані умовно.

Перевір готовий виріб

- [ ] Кришка вільно рухається на двох петлях.
- [ ] Головки біля «очей», гайки всередині.
- [ ] Дроти не труться об тягу й не потрапляють у петлі.
- [ ] П’ять відкривань і закривань без упорів та перезапусків.
- [ ] Напруга 5 В не просідає при старті серво.
- [ ] Вимикач повністю вимикає перетворювач.
- [ ] Батарея замінюється через задню кришку.

Запиши результат фактичного складання, кути серво, тип батареї та час роботи. Навчальний результат — прилад, яким можна користуватися, пояснити його роботу й обслужити.