

Ініціатор FPV дрона-камікадзе V2/V3

English version below

Опис

Пристрій призначено для керування підривом дрона-камікадзе. Він вирішує задачі забезпечення максимальної безпеки оператора дрона та оптимального моменту підриву боєприпаса.

Безпека користувача забезпечується за рахунок трьох запобіжників.

- Механічна запобіжна чека, яка вимикає пристрій та унеможливорює підрив.
- Електронна затримка на 2 хвилини при вийманні механічної чеки. Дає можливість оператору відвести квадрокоптер на безпечну відстань.
- Активація з пульта дозволяє оператору увімкнути або вимкнути чутливий елемент ініціатора у потрібний момент на безпечній відстані від власних позицій.

Додатково оператор має можливість підірвати дрон з пульта керування.

Пристрій **кодифіковано** Міністерством оборони України.

Яку проблему вирішує ініціатор

Для підриву боєприпасу дрона-камікадзе використовується електродетонатор типу ЭДП або комбінація капсюля-детонатора КД-8 та електросірника. Однією з розповсюджених схем підриву детонатора є використання так званих “вусів”: двох мідних дротів без ізоляції, розташованих у передній частині дрона, які при контакті з поверхнею замикають електричний ланцюг детонатора та батареї живлення, що викликає вибух.

Використання “вусів” можна побачити на більшості відео підтверджень уражень FPV дронів, доступних у публічному доступі. “Вуса” прості у виготовленні, але мають суттєвий недолік: за свідченнями операторів FPV дронів, вони небезпечні для користувача, який споряджає боєприпас. Випадкове замикання ланцюга “вусів” призводить до вибуху, загибелі оператора та поранень військовослужбовців, які знаходяться поруч. Також “вуса” не дають гарантії підриву у випадку втрати керування FPV дроном, наприклад, внаслідок дії РЕБ, радіогоризонту, втрати дроном живлення та інших факторів. Часто такий дрон падає на ворожих позиціях без вибуху, потім стає трофеєм противника.

Для вирішення проблем безпеки використання та надійності спрацювання боєприпасу нами розроблено спеціалізований ініціатор підриву для FPV дрона. Основою пристрою є електронний триосьовий датчик та мікроконтролер з відповідним алгоритмом детекції ударів. Живлення пристрою незалежне, батарея типу “Крона” 9 вольт.

ТТХ

- Розмір: 66x60x24мм.
- Вага: 65 г.
- Час спрацювання від удару: 1 мс.
- Початкова затримка: 2 хвилини.
- Самознищення через: 20 хвилин.
- Механічний запобіжник.
- Два електронних запобіжника.
- Можливість активації пристрою з пульта оператора.
- Можливість підриву з пульта оператора.

Мікроконтролер пристрою дозволяє зміну параметрів алгоритму без змін апаратної частини: чутливість датчиків удару, час затримки та самознищення, алгоритм взаємодії з політним контролером тощо.

Індикатор повідомляє користувача про поточний стан пристрою.

Пристрій складається з корпусу, кришки, чеки, електронної плати та батареї живлення.

Порядок роботи з пристроєм

Перевірка

Перед спорядженням пристрою провести перевірку. Для цього не підключаючи детонатор вийняти чеку і переконались, що індикатор повільно мигає 1 раз на секунду. Пристрій готовий до роботи. Вставити чеку у пристрій та зафіксувати її.

Спорядження

Змонтувати пристрій на дрон-камікадзе за допомогою двосторонньої клейкої спіненої стрічки або гуми на рамі дрона або боєприпасі (залежно від його форми та можливості закріпити ініціатор). Переконались, що пристрій тримається міцно. Не використовуйте жорстке кріплення до рами для запобігання передчасному спрацюванню ініціатора у повітрі.

Переконайтесь, що тумблер активації підриву на пульті оператора переведений у положення “Безпека”.

Перед підключенням детонатора переконайтесь, що чека до упору вставлена у відповідне гніздо, повністю проходить крізь отвір та зафіксована з іншого боку пристрою. Індикатор пристрою не горить і не мигає. Для додаткової безпеки перед підключенням помістити детонатор всередину металевого ящика або гільзи.

Під'єднати детонатор до пристрою. Для цього натиснути на оранжеві кнопки роз'єма детонатора і вставити дроти детонатора до упору. Відпустити оранжеві кнопки. Переконайтесь, що дроти детонатора міцно тримаються в роз'ємі.

Спорядити детонатор у боєприпас.

З'єднати чеку шнуром до пускової платформи дрона. Переконайтесь, що шнур не заважає старту дрона та не витягує чеку власною вагою.

Обережно звільнити фіксатор чеки не витягуючи чеку з пристрою.

Дрон з пристроєм готовий до запуску.

Відійти на безпечну відстань (окоп, бліндаж тощо). Запустити дрон з платформи. Шнур має витягнути чеку, таким чином запустити зворотній відлік пристрою.

Візуально контролюючи положення дрона-камікадзе, при наближенні дрона до цілі за 10-20 секунд до удару перевести тумблер активації підриву на пульті оператора у положення “Робота”.

Спрямувати дрон-камікадзе у напрямку цілі з прискоренням, для забезпечення надійності спрацювання пристрою. Якщо підриг від удару не відбувся (недостатня швидкість, дрон потрапив у сітку, м'який ґрунт, траву тощо), натиснути кнопку “Підриг” на пульті оператора.

При ураженні ворожої піхоти на відкритій місцевості, а також мотоциклістів та човнів, спрямувати дрон над ціллю і натиснути на пульті оператора кнопку “Підриг”. Оптимальна висота підригу підбирається оператором дрона в залежності від типу уламкового боєприпаса, спорядженого на дрон.

Демонстрація роботи пристрою: <https://youtu.be/9eVhiF72USI>

Індикація

При вийманні чеки та початку роботи пристрою відбувається самодіагностика пристрою, горять обидва індикатори.

Якщо самодіагностика успішна – повільно мигає зелений індикатор, відраховується таймер затримки.

Якщо самодіагностика неуспішна – індикації не відбувається. Вставити чеку, почекати 30 секунд, вийняти чеку.

Після закінчення таймера затримки:

- якщо запобіжник на пульті оператора не знято – швидко мигає зелений індикатор, датчики цілі деактивовані, таймер самознищення на паузі;
- якщо запобіжник на пульті оператора знято – мигає червоний, датчики цілі активні, працює таймер самознищення.

Інструкція з підключення ініціатора до FPV дрона

Повний тактичний потенціал ініціатора розкривається лише при взаємодії з політним контролером FPV дрона та пультом оператора.

Пайка

До дрона потрібно припаяти 3 або 4 провoda.

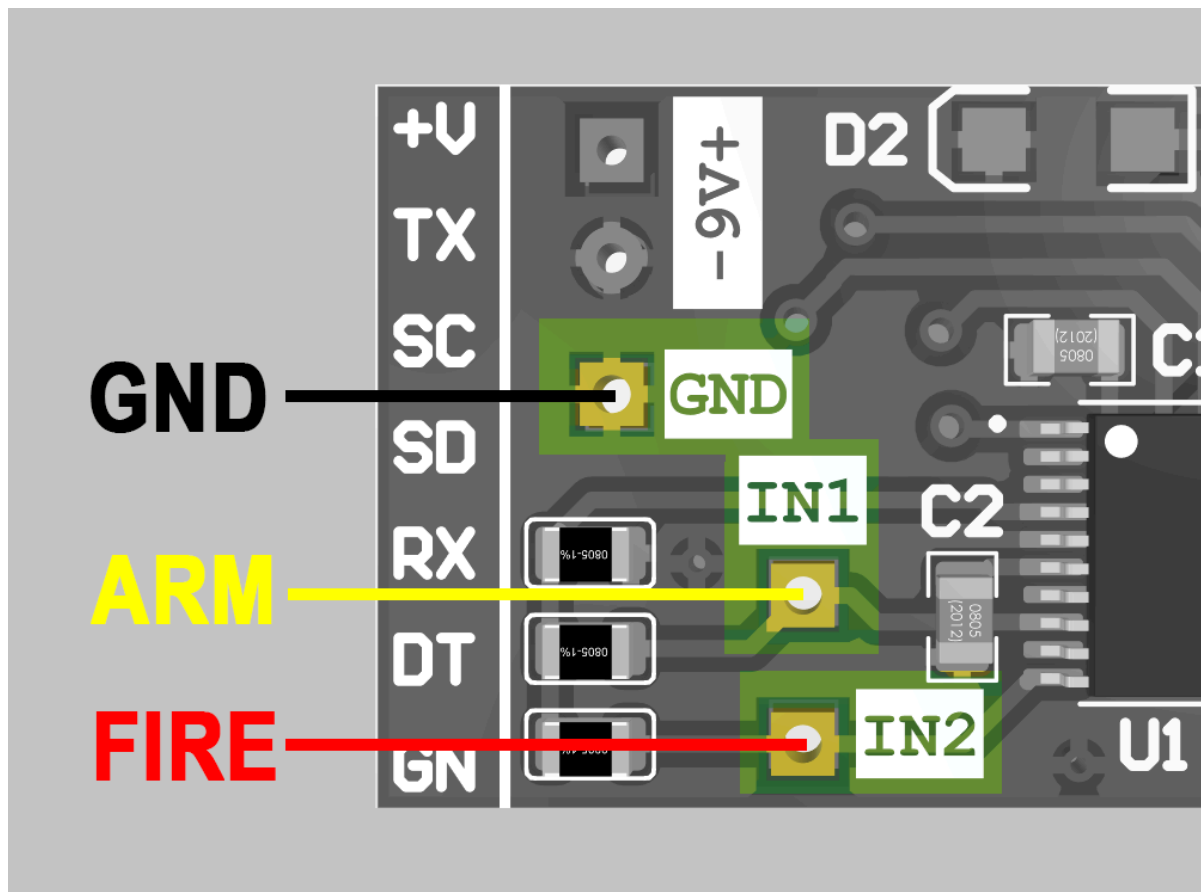
3 - якщо ініціатор живиться від власної батареї: два сигнальних і земля

4 - якщо ініціатор живиться від дрона: 5В, два сигнальних і земля

Політному контролері знаходимо піни, які не використовуються для інших задач (інтерфейс приймача, керування передавачем відео тощо). В політному контролері SpeedyBee F405 та подібних це зазвичай мотори M5-M8. В іншому політному контролері можуть бути інші піни, наприклад, Serial, LED, SDA, SCL тощо. Перегляньте документацію вашого контролера.

У нашому прикладі SpeedyBee F405 використовуються піни M5 і M6. Шукаємо на політному контролері пін землі, зазвичай позначений G або GND.

Паяємо сигнал ARM (IN1) на M5, сигнал FIRE (IN2) на M6. Пін GND ініціатора паяємо на пін G політного контролера.



Якщо потрібно забезпечити живлення ініціатора від дрона, необхідно припаяти контакт +9V ініціатора до контакту 5V або 9V політного контролера.

Налаштування Betaflight та пульта оператора

Підключаємо дрон до комп'ютера за допомогою USB кабеля, відкриваємо Betaflight Configurator. Тиснемо Connect.

Вибираємо CLI (командний рядок).

Набираємо команду

```
resource
```

Бачимо список ресурсів і відповідні піни процесора, які використовує кожен з ресурсів, наприклад,

```
resource MOTOR 5 B00
resource MOTOR 6 B01
```

Запам'ятовуємо, B00 і B01.

Щоб призначити користувацькі режими набираємо команду

```
set pinio_box = 40,41,255,255
```

і команду

```
set pinio_config = 1,1,1,1
```

Ми призначили PINIO 1 користувацьким режимом USER 1 (це **40**), PINIO 2 режимом USER 2 (це **41**).

Тепер призначимо на ці користувацькі режими відповідні піни процесора. Набираємо команду:

```
resource PINIO 1 B00  
resource PINIO 2 B01
```

Тепер користувацький режим USER 1 керуватиме ногою B00 через PINIO 1, а режим USER 2 керуватиме ногою B01 через PINIO 2.

Для перевірки набираємо команду

```
resource
```

Переконаємось, що є два рядочки

```
resource PINIO 1 B00  
resource PINIO 2 B01
```

У разі, якщо вибраний пін процесора використовувався не як Motor як Serial, наприклад, resource serial_tx 1 a00, необхідно обов'язково звільнити його командою:

```
resource serial_tx 1 none  
resource serial_rx 1 none
```

Після цього набираємо команду

```
save
```

Політний контролер перезавантажується і Betaflight Configurator має знову підключитись до контролера. Якщо ні - тиснемо Connect.

На цьому етапі необхідно підключити пульт до дрона і, рухаючи стіки пульта, переконатись, що дрон приймає команди (вкладка Receiver).

Перейти на вкладку Modes (Режими), знайти у списку USER 1 і USER 2.

Призначити для цих режимів діапазони. Ми налаштували, щоб USER 1 відповідав за активацію (ARM), а USER 2 за підриг (FIRE).

На пульті необхідно вибрати дві окремі кнопки, які будуть вмикати режими USER 1 і USER 2, причому для USER 1 краще кнопка з фіксацією, а USER 2 без фіксації.

На пульті TX16S ми рекомендуємо тумблер SG для активації та кнопку SH для підригу. Важливо, щоб USER 1 був увімкненим (світиться жовтим) для активації, а для підригу навпаки, USER 2 має бути неактивним (не світиться жовтим). Це зроблено для того, щоб замість політного контролера в роз'єм FIRE можна було підключити вуса.

Для режиму USER 1 вибираємо тумблер AUX 7 (SG) та діапазон 1800-2000, а для USER 2 вибираємо кнопку AUX 8 (SH) та діапазон 800-1200. На іншому пульті назви кнопок та їх номер може відрізнятись.

Тиснемо SAVE у правому нижньому куті вкладки Modes.

Перевірка правильності підключення

Витягуємо чеку ініціатора, підключаємо пульт до дрона, чекаємо початкову затримку ініціатора.

Ініціатор має реагувати на подачу сигналу ARM з кнопки SG: змінюється частота мигання світлодіода. Світлодіод повільніше мигає - ініціатор неактивний, світлодіод швидко мигає - активний. Коли пристрій неактивний, він не реагує на удари. Коли активний - реагує. Переконатись.

Перезавантажити ініціатор (вставити назад чеку, почекати кілька секунд, витягти чеку). Почекайте початкову затримку. Переконатись, що ініціатор активується кнопкою SG, деактивувати його і спробувати кнопку SH. "Вибух" не стається. Активувати кнопкою SG, натиснути SH, відбувається "вибух".

Ініціатор успішно налаштовано для роботи з дроном.

Відео інструкція, як підключити ініціатор до FPV дрона:

<https://youtu.be/xeVbrE7MCIk>

Description

The device is designed to control the detonation of an FPV kamikaze drone. It solves the problems of ensuring the maximum safety of the drone operator and the optimal moment of detonation of the ammunition.

User safety is ensured by three fuses.

- Safety pin that disables the device and prevents detonation.
- Electronic delay for 2 minutes after pulling the safety pin. Allows the operator to fly the quadcopter to a safe distance.
- Remote activation allows the operator to switch the device on or off at the right moment at a safe distance from their own positions and friendly troops.

In addition, the operator can detonate drone payload from remote control.

An IED or SPD electric detonator is used to detonate the kamikaze drone payload. One of the common detonation schemes is the use of so-called "whiskers": two uninsulated copper wires located in the front of the drone, which, when in contact with a surface, close the electrical circuit of the detonator and the battery, causing an explosion.

The use of "whiskers" can be seen in most publicly available FPV drone combat footage. "Whiskers" are easy to manufacture, but they have a significant drawback: according to FPV drone operators, they are dangerous for the user who equips the ammunition. Accidental closing of the "whisker" circuit leads to explosion, the death of the operator and injuries to the military personnel nearby. Also, the "whiskers" do not provide a guarantee of explosion in case of loss of FPV control of the drone, for example, due to the effect of EW, radio horizon, drone power failure and other factors. Often such a drone falls on enemy positions without exploding, then becomes an enemy trophy.

In order to solve the problems of safety of use and reliability of ammunition, we have developed a specialized detonation initiator for an FPV drone. The basis of the device is an electronic three-axis sensor and a microcontroller with an appropriate impact detection algorithm. The power supply of the device is an independent 9-volt battery.

Initiator was **certified** by the Ministry of Defence of Ukraine.

Specifications

- Size: 66x60x24 mm.
- Weight: 65 g.

- Trigger time after impact: 1 ms.
- Initial delay: 2 minutes.
- Self-destruct after: 20 minutes.
- Mechanical fuse.
- Two electronic fuses.
- Remote activation and detonation.

The microcontroller of the device allows changing detection algorithm parameters without hardware modifications: sensor sensitivity, initial and self-destruct delays, interaction with the flight controller, etc.

The indicator informs the user about the current state of the device.

The device consists of a case, a cover, a safety pin, an electronic board and a power battery.

Instruction

Preflight checks

Before equipping the device, perform a check. To do this, without connecting the detonator, remove the safety pin and make sure that the indicator slowly flashes 1 time per second. The device is ready for operation. Insert the safety pin back and lock it.

Equipment

Mount the device on the drone frame or ammunition using double-sided adhesive foam tape or rubber (depending on its shape and the ability to properly fix the initiator). Make sure that the device is firmly mounted. Do not use a rigid mount to the frame to prevent premature firing due to frame vibrations during sharp turns of the drone in flight.

Make sure that the detonation activation switch on the remote control is in a "Safe" position.

Before connecting the detonator, make sure that the safety pin is inserted all the way into the corresponding slot, goes completely through the hole and is locked on the other side. The indicator of the device is neither on nor flashing. For additional safety, place the detonator inside a metal box or sleeve before connecting.

Connect the detonator to the device. To do this, press the orange buttons of the detonator connector and insert the detonator wires as far as they will go. Release the orange buttons. Make sure the detonator wires are firmly seated in the connector.

Insert the detonator into the ammunition.

Connect the safety pin to the drone launch platform with a cord. Make sure that the cord does not obstruct drone launch and does not pull the safety pin under its own weight.

Carefully remove the safety pin lock without pulling the safety pin out of the device.

The drone with the device is ready to launch.

Move to a safe location (trench, bunker, etc.). Launch the drone from the platform. The cord should pull the safety pin and device operation starts. After the initial 2 minutes delay, the device is ready to fire the detonation upon impact.

Visually controlling the position of the kamikaze drone, turn the activation switch on the remote control to "On" position upon approaching the target, 10-20 seconds before the impact.

Fly the drone to the target with maximum possible speed, to ensure the impact detection reliability. If the detonation from the impact did not occur (insufficient speed, the drone hit a net, soft ground, grass, etc.), press the "Detonation" button on the remote control.

When attacking enemy infantry in an open area, motorcycle, small boat, etc., direct the drone over the target and press the "Detonate" button on the remote control. The optimal detonation height is selected by the drone operator depending on the type of fragmentation munition equipped on the drone.

Demonstration of the device with English subtitles: <https://youtu.be/9eVhiF72USI>

Indication

When the safety pin is removed and the device starts working, the device self-diagnoses, both indicators light up for 1 second.

If the self-diagnosis is successful - the green indicator flashes slowly, the delay timer counts down.

If the self-diagnosis is unsuccessful, no indication occurs. Insert the safety pin, wait 30 seconds, remove the safety pin and start over.

After the delay timer finishes:

- if the third fuse is in the “Safe” position - the green indicator flashes quickly, the target sensors are deactivated, the self-destruct timer is paused;
- if the third fuse is in the “On” position - red indicator flashes, target sensors are active, self-destruct timer is working.

Instructions for connecting the initiator to the FPV drone

The initiator's full tactical potential is revealed only when interacting with the drone flight controller and remote control.

Soldering

You need to solder 3 or 4 wires to the drone.

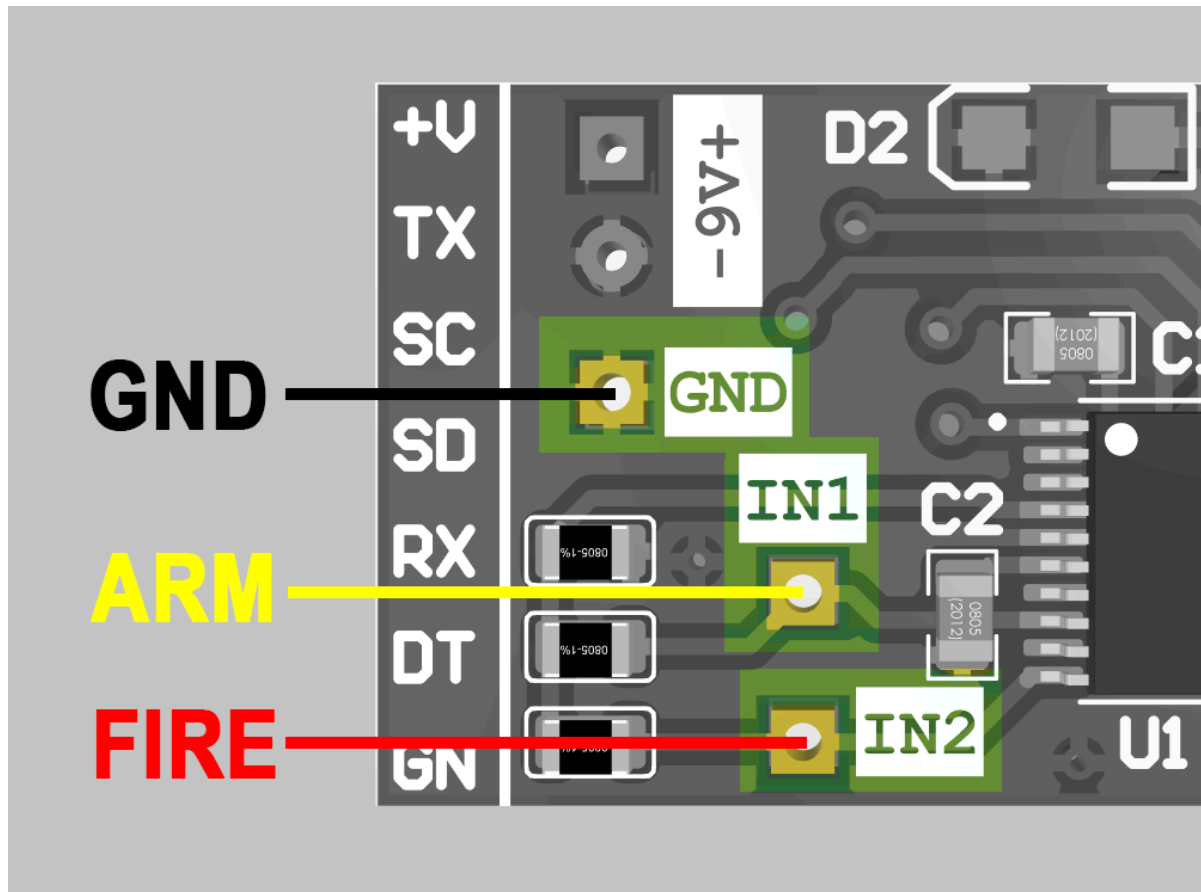
3 - if the initiator is powered by its own battery: two signals and one ground wire.

4 - if the initiator is powered by the drone: 5V, two signals and one ground wire.

Find unused flight controller pins. In the SpeedyBee F405 and similar flight controllers, these are usually M5-M8 motors. Different flight controllers may have other pins such as Serial, LED, SDA, SCL, etc. See your controller's datasheet for further information.

In our example we will use SpeedyBee F405 and M5, M6 pins. The ground pin of the FC is usually marked G or GND.

Solder the ARM signal (IN1) to M5, the FIRE signal (IN2) to M6 and the GND pin of the initiator to the G/GND pin of the FC.



If you want power to the initiator from the drone, solder the +9V contact of the initiator to the 5V or 9V contact of the FC.

Betaflight and RC Setup

Connect the drone to the computer using a USB cable, open Betaflight Configurator. Press Connect.

Select CLI (command line interface).

Type

```
resource
```

Betaflight outputs the full list of resources and the corresponding microcontroller pins used by each of the resources, for example,

```
resource MOTOR 5 B00
resource MOTOR 6 B01
```

Remember, B00 and B01.

To assign custom modes, type

```
set pinio_box = 40,41,255,255
```

and

```
set pinio_config = 1,1,1,1
```

We assigned PINIO 1 to USER 1 (which is 40), PINIO 2 to USER 2 mode (which is 41).

Now let's assign the corresponding microcontroller pins to these custom modes.
Type:

```
resource PINIO 1 B00  
resource PINIO 2 B01
```

Now USER 1 mode will control B00 pin via PINIO 1 and USER 2 mode will control B01 pin via PINIO 2.

To check, type

```
resource
```

Make sure there are two lines

```
resource PINIO 1 B00  
resource PINIO 2 B01
```

If the selected microcontroller pin was as a Serial, for example, resource serial_tx 1 a00, it is necessary to free it with the command:

```
resource serial_tx 1 none  
resource serial_rx 1 none
```

After that, type

```
save
```

The FC reboots and Betaflight Configurator should reconnect to the controller. If not, press Connect.

At this stage, it is necessary to pair the RC and the drone. By moving the sticks of the RC make sure that the drone accepts commands (Receiver tab).

Go to the Modes tab, find USER 1 and USER 2 in the list.

Assign ranges for these modes. We set up USER 1 to be responsible for arming (ARM) and USER 2 for detonation (FIRE).

Choose one on-off switch on RC for USER 1 and one push button for USER 2.

On the TX16S remote, we recommend the SG switch for activation and the SH button for detonation.

It is important that USER 1 is enabled (glows yellow) for activation, and for detonation, on the contrary, USER 2 must be inactive (not glowing yellow). This is done so that instead of a FC, you can connect whiskers to the FIRE pin.

For the USER 1 mode, select the AUX 7 (SG) toggle switch and the 1800-2000 range, and for USER 2, select the AUX 8 (SH) button and the 800-1200 range. On a different remote, the names of the buttons and their AUX channels may differ.

Press SAVE in the lower right corner of the Modes tab.

Checking FC and initiator connection

Pull the initiator safety pin, pair FC with RC, wait for the initiator's initial delay to expire.

The initiator must respond to the ARM signal from the SG button: the LED blinking frequency changes. The LED flashes green - the initiator is inactive, the LED flashes red - it is active. When the device is inactive, it should not react to hits. When active - it should react to rather strong hit.

Reboot the initiator (insert the safety pin back, wait for a few seconds, remove the safety pin). Wait for the initial delay. Make sure that the initiator is activated by the SG button, deactivate it and try the SH button. There is no "explosion". Activate with the SG button, press SH, an "explosion" occurs.

The initiator has been successfully configured to work with the drone.

Video instruction on how to connect the initiator to the FPV drone:

<https://youtu.be/xeVbrE7MCIk>