

ETC – Embedded Technology Club

setkání 13.12. 2016

**Katedra telekomunikací, Katedra měření,
ČVUT- FEL, Praha**

doc. Ing. Jan Fischer, CSc.

Náplň

Plán činnosti

Výklad k sestavení kitu - uspořádání a způsoby realizace na kontaktním poli

Rozdělení materiálu

Sestavování kitu

Plán

13.12.2016 Přednáška: Uspořádání kitu, napájení kitu a regulátor napětí, výklad ke způsobu sestavení kitu F0-Lab, využití nepájivého **kontaktního pole**, způsob **nahrání programu**

Laboratoř: Rozdělení materiálu, **sestavování** kitu

20.12.2016 Přednáška: On line IDE – **embed** a jeho využití pro **programování kitu F0-Lab**

Laboratoř: **sestavování** kitu,

3.1.2017 Laboratoř:

Sestavování kitu, oživování, nahrání firmware

10.1.2017 Přednáška: Použití F0-Lab pro **měření napětí a odporů, záznam proměnného děje**

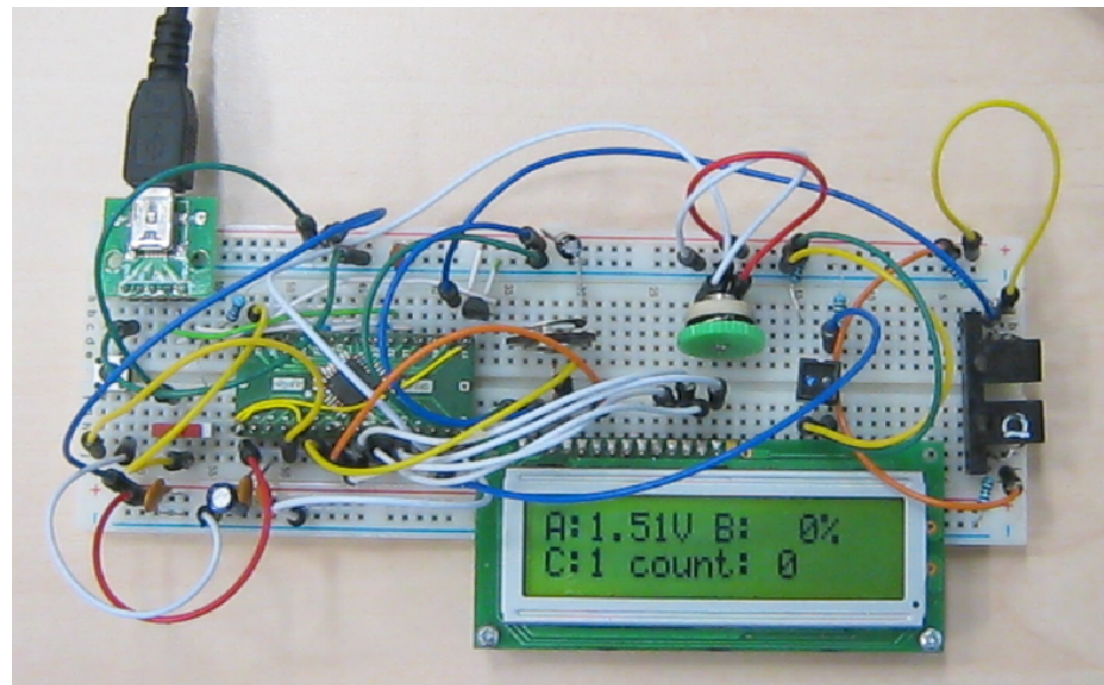
Laboratoř: **Experimenty, měření odporu** pomocí F0-Lab, **řízení jasu LED** pomocí PWM, **záznam proměnného napětí**

Pozn.: Případný posun náplně dopředu v případě rychlejšího postupu při **sestavování kitu**

Poznámka

Přednáška „ On line IDE – embed“ je zařazena s velkým předstihem oproti původnímu plánu i oproti plánovanému harmonogramu experimentů.

Důvod – pro získání představy možností dalšího **budoucího využití kitu** F0- Lab, případně pro inspiraci pro **samostatnou práci** zájemců o **programování** kitu F0- Lab



Realizace F0-Lab s mikrořadičem

Realizace laboratorního přístroje F0-Lab s mikrořadičem **STM32F042F6P6**

STM32F042F6P6 má procesor. jádro **ARM Cortex – M0**, **32-** bitový procesor

Obsahuje **paměť programu FLASH**, paměť **RAM**, **sběrnice**, **vstupně výstupní brány**, **čítače- časovač**, **převodník ADC** (analogo. číslicový) s **rozlišením 12 bitů**

Výstupem převodníku **ADC** při měření napětí jsou **binární čísla**

0000 0000 0000 až 1111 1111 1111 (což představuje **0 až 4095** dekadicky)

Rozsah převodníku ADC je určen napětím **V_{DDA}**

Pokud je $V_{DDA} = 3,3 \text{ V}$ pak je krok (kvantum) převodníku přibl. **0,8 mV**

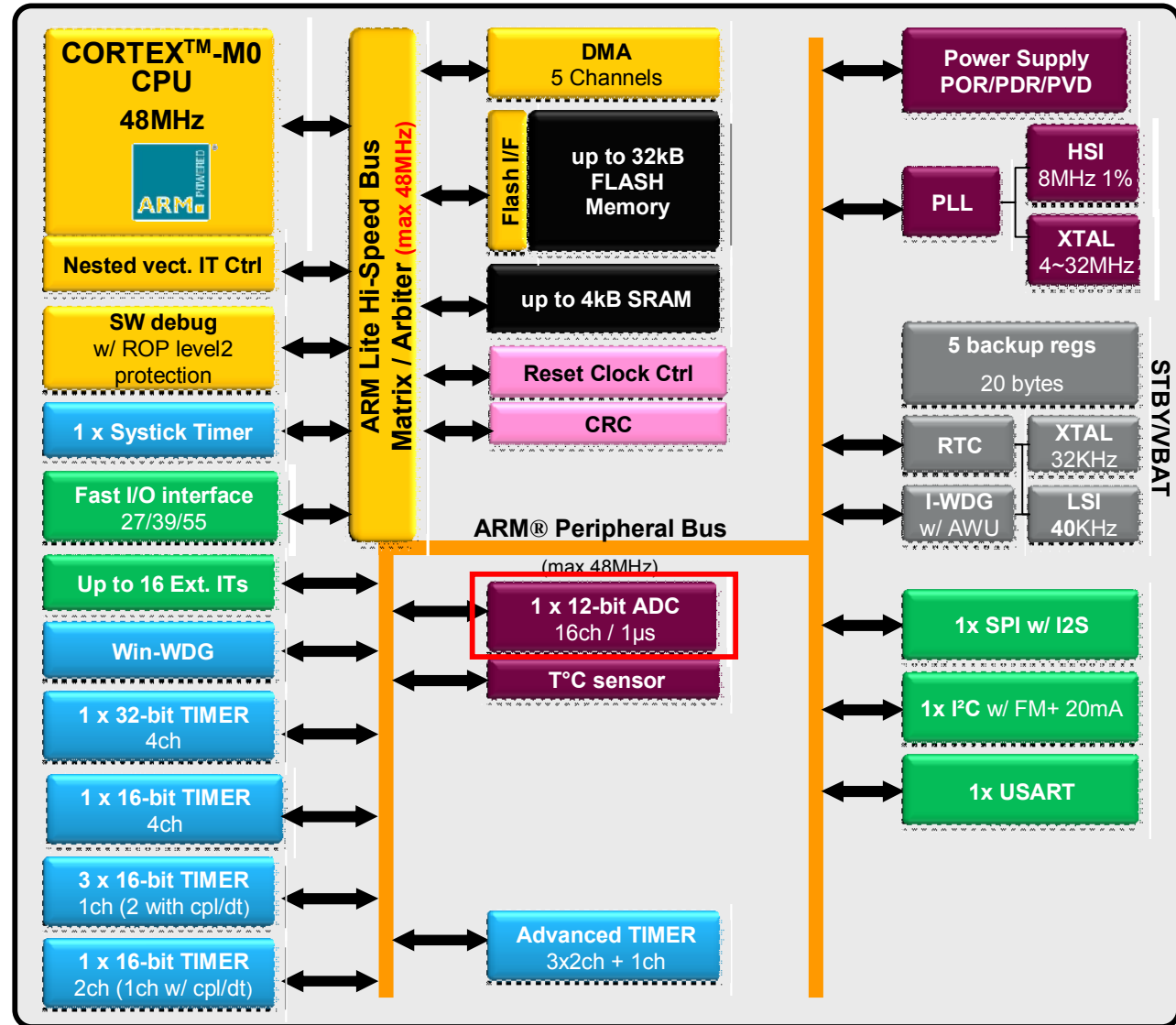
Rozlišení - srovnatelné s $3 \frac{1}{2}$ místným multimetrem.

Pomalé měření napětí 100 S/s (tedy 100 sample/sec.) využití pro funkci **voltmetr, průměrování** - určení **střední hodnoty** z více odměrů pro snížení kolísání výsledku měření působením rušení a šumů

Opakované měření napětí – záznam **průběhu napětí** v čase (osciloskop)

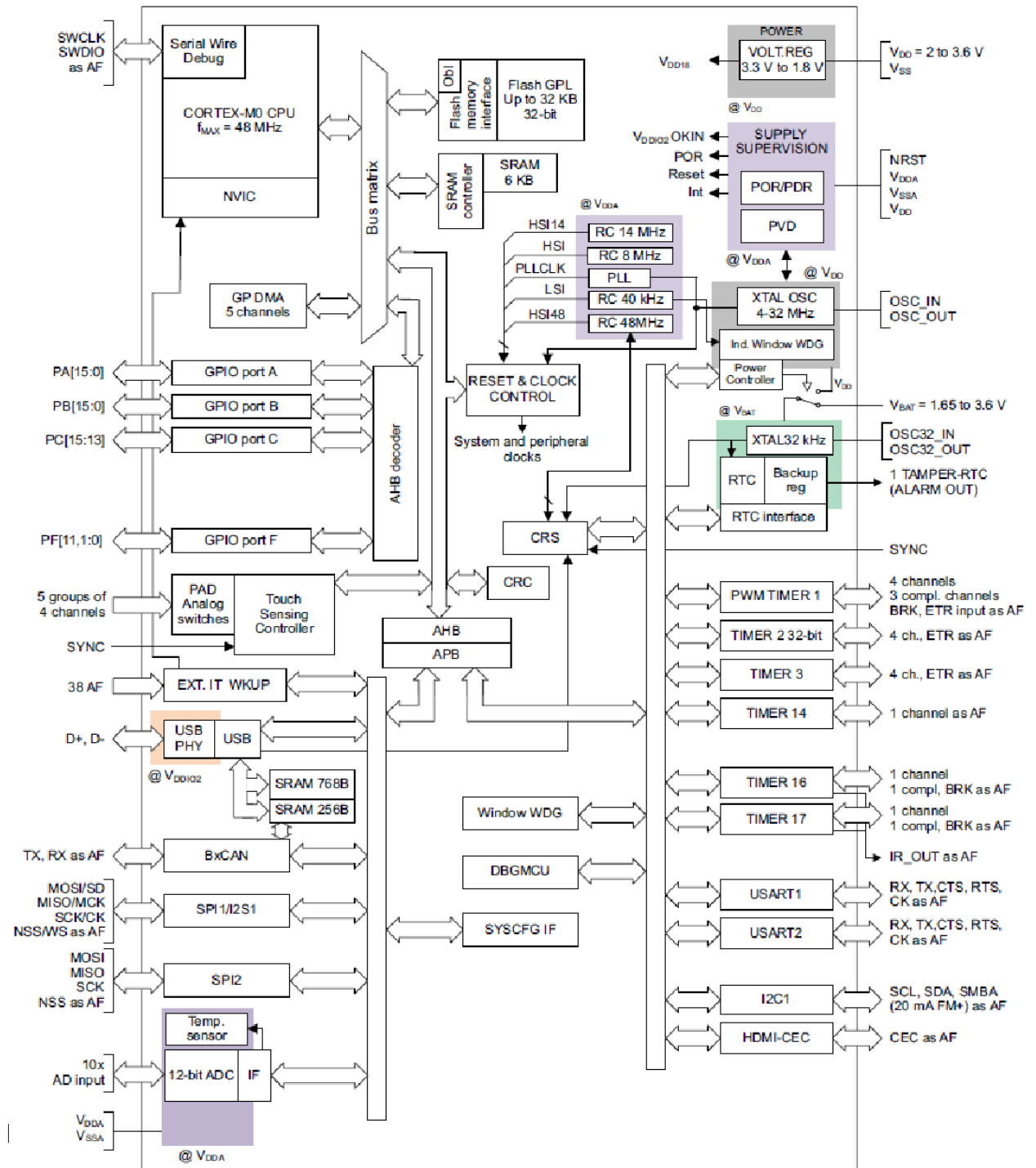
Bloková struktura mikrořadiče STM32F031

STM32F031
 oproti STM32F042
 varianta bez USB
 zde uveden
 pro názornost



STM32F042

Struktura STM32F042



Limity napětí na STM32F042, *aneb jak to nespálit*

Obvod STM32F042 je vyroben technologií CMOS (stejně jako drtivá většina ostatních procesorů) a z toho vyplývají omezení

Napájení V_{DD} a V_{SS} GND se nesmí přepólovat = otevře se substrátová dioda a poteče velký proud omezený napájecím zdrojem. Obvod bude „topit“

Na vstupech nesmí být záporné napětí (nižší potenciál, než na V_{SS})
na V_{DD} zapojit 3,3 V (může být i menší až 2,4 V)

Na vstupy voltmetru **nesmí** být přivedeno napětí větší než napájecí (V_{DDA}), otevřely by se přechody PN na vstupu a tekla by proud přes tuto diodu do napájení- a může se poškodit vstupní struktura (tedy na vstup procesoru bez napájení se nesmí přivést žádné napětí!!!)

Jak řešit ochranu? Do série se vstupem zapojit ochranný rezistor alespoň 470 Ohmů, kterým se omezí velikost proudu !!!

V modulu s STM32F042 jsou napájecí piny V_{DDA} a V_{DD} propojeny

STM32F042 – limity napětí

▪

Table 18. Voltage characteristics⁽¹⁾

Symbol	Ratings	Min	Max	Unit
$V_{DD}-V_{SS}$	External main supply voltage	-0.3	4.0	V
$V_{DDIO2}-V_{SS}$	External I/O supply voltage	-0.3	4.0	V
$V_{DDA}-V_{SS}$	External analog supply voltage	-0.3	4.0	V
$V_{DD}-V_{DDA}$	Allowed voltage difference for $V_{DD} > V_{DDA}$	-	0.4	V
$V_{BAT}-V_{SS}$	External backup supply voltage	-0.3	4.0	V
$V_{IN}^{(2)}$	Input voltage on FT and FTf pins	$V_{SS}-0.3$	$V_{DDIOx} + 4.0^{(3)}$	V
	Input voltage on TTa pins	$V_{SS}-0.3$	4.0	V
	Input voltage on any other pin	$V_{SS}-0.3$	4.0	V
$ \Delta V_{DDx} $	Variations between different V_{DD} power pins	-	50	mV
$ V_{SSx}-V_{SS} $	Variations between all the different ground pins	-	50	mV
$V_{ESD(HBM)}$	Electrostatic discharge voltage (human body model)	see Section 6.3.12: Electrical sensitivity characteristics		-

1. All main power (V_{DD} , V_{DDA}) and ground (V_{SS} , V_{SSA}) pins must always be connected to the external power supply, in the permitted range.
2. V_{IN} maximum must always be respected. Refer to [Table 19: Current characteristics](#) for the maximum allowed injected current values.
3. Valid only if the internal pull-up/pull-down resistors are disabled. If internal pull-up or pull-down resistor is enabled, the maximum limit is 4 V.

Příprava doma

Nainstalovat ovládač VCP virtual com port

Nainstalovat program DfuSeDEMO

Nahrát na disk program pro osciloskop s knihovnamí

Při problémech s instalací VCP, jít přímo do adresáře, kam se program VCP rozbalil – tedy program files a dále

STMicroelectronics/Software/virtualcom port driver

a spustit dpinst_amd64.exe (64 bit. Windows)

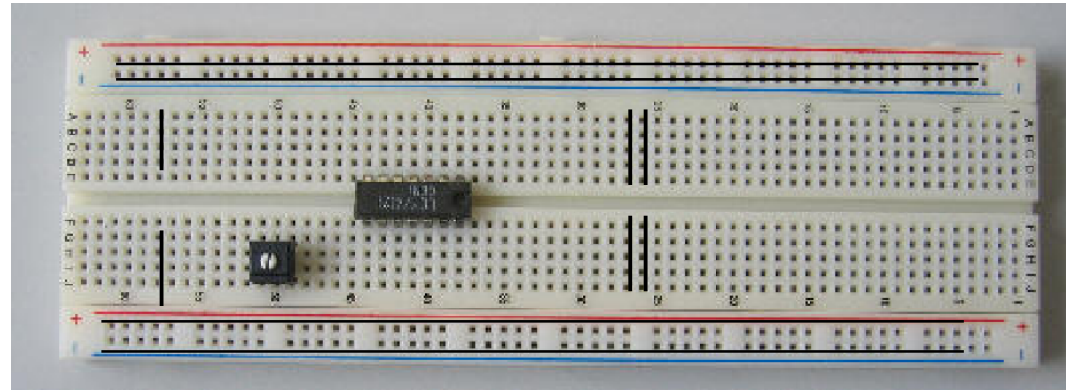
dpinst_x86.exe pro 32 bit. Windows

Podobně postupovat v případě problému s DfuSeDEMO

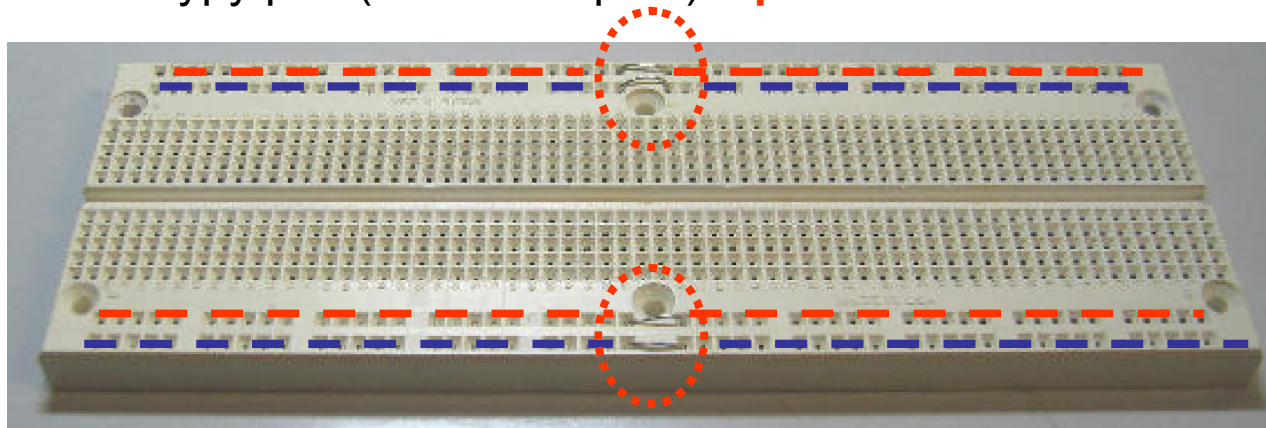
Nepájivé kontaktní pole a jeho propojení

Příčné propojení – pět vedlejších kontaktů ve střední části

Podélné propojení – čtyři nezávislé napájecí sběrnice



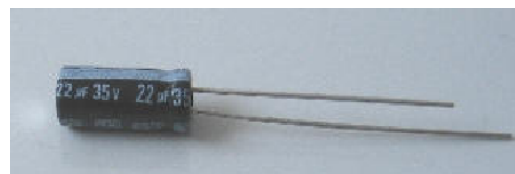
Některá typy polí (také naše pole) s **přerušením** sběrnice uprostřed



Kondenzátory používané v experimentech

**Elektrolytický kondenzátor, rozlišení polarity, záporný pól označen - - -
přepólování vede k destrukci, použití – blokování napájení**

elektrolytický kondenzátor 22 uF

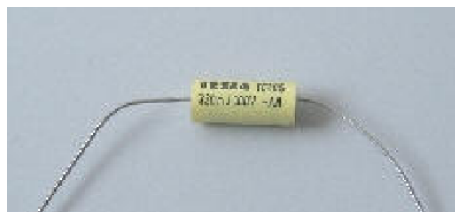


- (minus) pól
←
+ (plus) pól
←

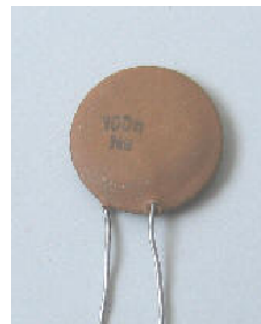
- pól označen na pouzdře též jako - - -

**U keramických a svitkových kondenzátorů se rozlišuje polarita vývodů-
bipolární použití**

svitkový kondenzátor 220 nF

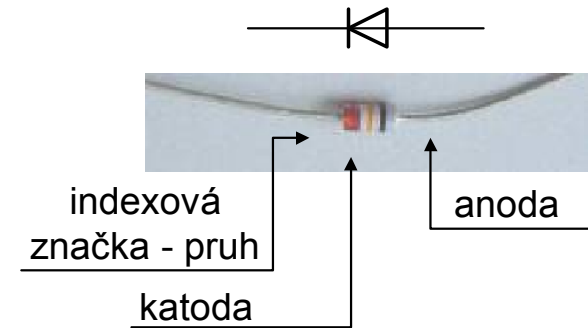


keramický
kondenzátor 100 nF



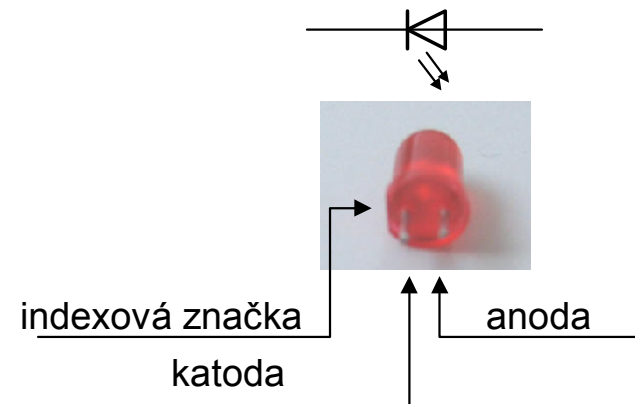
Diody

Si Dioda – **křemíková dioda** (s přechodem PN),
katoda je označena **proužkem širším**,
než jsou ostatní proužky
napětí v předním směru přibl. 0,7 V



Světlo emitující dioda červená – **LED**,
napětí v předním směru **přibl. 2 V**

Indexová značka – (ploška z boku na
spodní straně pouzdra je **označuje katodu**
u nové LED katoda má kratší vývod (kratší
vodič)



Zdroj + 3,3 V

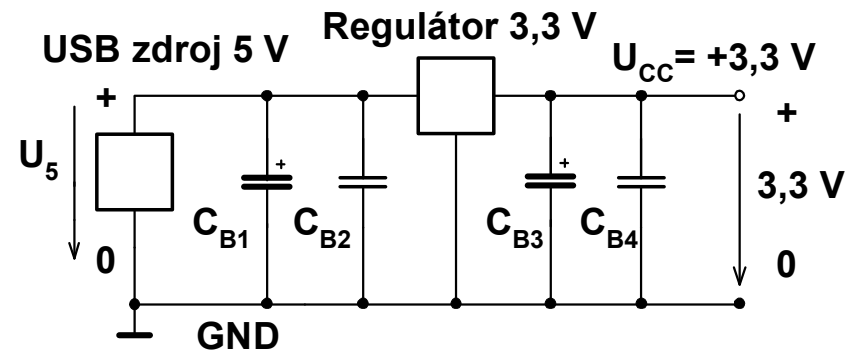
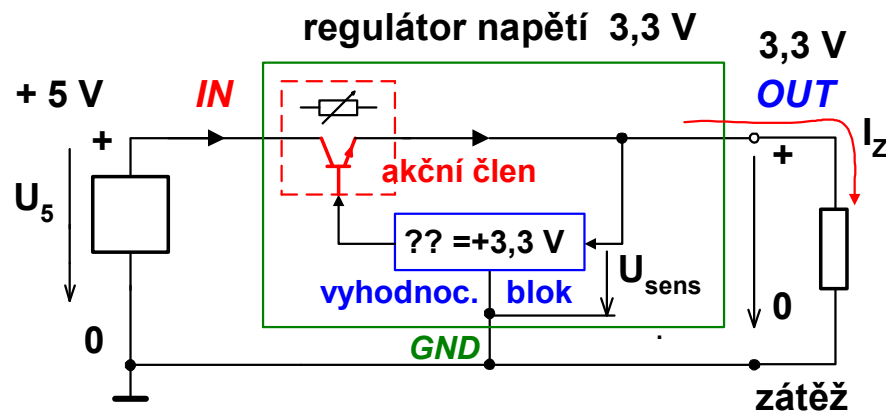
Pro napájení mikrořadiče (mikroprocesoru) - potřeba napětí 3,3 V,
z PC- USB je + 5 V, potřena snížit na 3,3 V

Regulátor napětí, (stabilizátor – poskytuje na výstupu stabilizované napětí
nezávisle na změnách napětí na vstupu), z většího vyrábí menší napětí

Zpětnovazební regulátor - porovnání napětí U_{SENS} s žádanou hodnotou 3,3
V „je menší – přidej“, „je větší- uber“ pomocí akčního členu

(analogie - redukční ventil, tempomat v autu, regulátor topení..)

Záporná zpětná vazba- základ všech regulátorů



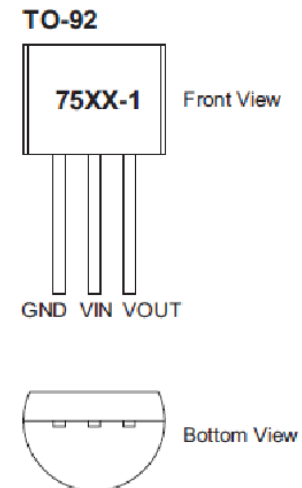
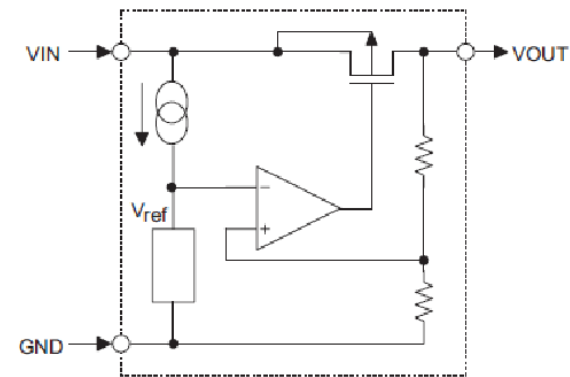
Regulátor napětí HT7533

HT7533 Regulátor (stabilizátor) **napětí 3,3 V**,
tolerance výroby - hodnoty **3,2 až 3,4 V**
proud až **100 mA**

Pouzdro **TO92** – stejné, jako tranzistor BC546
– **pozor** na **záměnu** s **BC546** i s jinými regulátory
např. **LE33** – **odlišné** rozložení vývodů

Pozn.: V katalogu u HT7533 uvedeno
„100 mA Low Power LDO“,
v textu je uvedeno **three-terminal regulator**

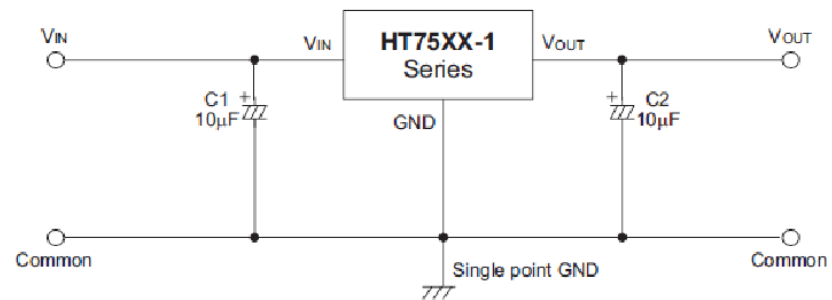
Pozor na zkrat na výstupu, z USB napětí + 5 V
 $P = U \times I = 5 \text{ V} \times 0,1 \text{ A} = 0,5 \text{ W}$ – ohřátí regulátoru
omezení proudu na 100 mA



Experiment zapojení regulátoru napětí 3,3 V

Na kontaktním poli zapojit regulátor napětí HT7533

Použít **blokování** pomocí elytů 22 uF příp. i keramických kondenzátorů 100 nF na vstupu i výstupu



HT7533-1, +3.3V Output Type

Ta=25°C

Symbol	Parameter	Test Conditions		Min.	Typ.	Max.	Unit
		V _{IN}	Conditions				
V _{OUT}	Output Voltage Tolerance	5.5V	I _{OUT} =10mA	3.201	3.3	3.399	V
I _{OUT}	Output Current	5.5V	—	60	100	—	mA
ΔV _{OUT}	Load Regulation	5.5V	1mA ≤ I _{OUT} ≤ 50mA	—	60	150	mV
V _{DIF}	Voltage Drop	—	I _{OUT} =1mA	—	100	—	mV
I _{SS}	Current Consumption	5.5V	No load	—	2.5	5	µA
$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{IN} \times V_{OUT}}$	Line Regulation	—	4.5V ≤ V _{IN} ≤ 24V I _{OUT} =1mA	—	0.2	—	%/V
V _{IN}	Input Voltage	—	—	—	—	24	V
$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta T_a}$	Temperature Coefficient	5.5V	I _{OUT} =10mA 0°C < T _a < 70°C	—	±0.5	—	mV/°C

Signály procesoru, zapojení

Pin 16 V_{DD} digitální napájení +3,3 V

Pin 5 V_{DDA} analogové napájení +3,3 V (u nás propojeno V_{DD} a V_{DDA})

Pin 15 Pin V_{SS} – GND - zem, na 0 V

Pin 4 NRST reset, na tlačítko a na zem GND

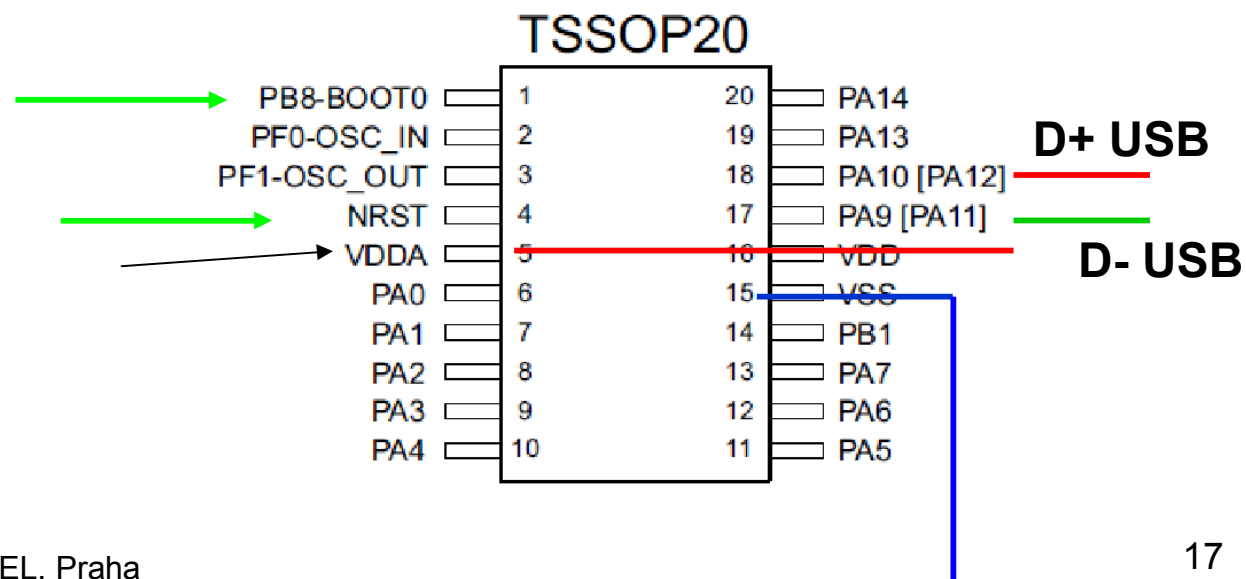
Pin 1 BOOT- 0 na + 3,3 V volba **BOOT** (nahrávání firmware do flash)

BOOT- 0 na **GND** (zem) volba **RUN** – běh programu

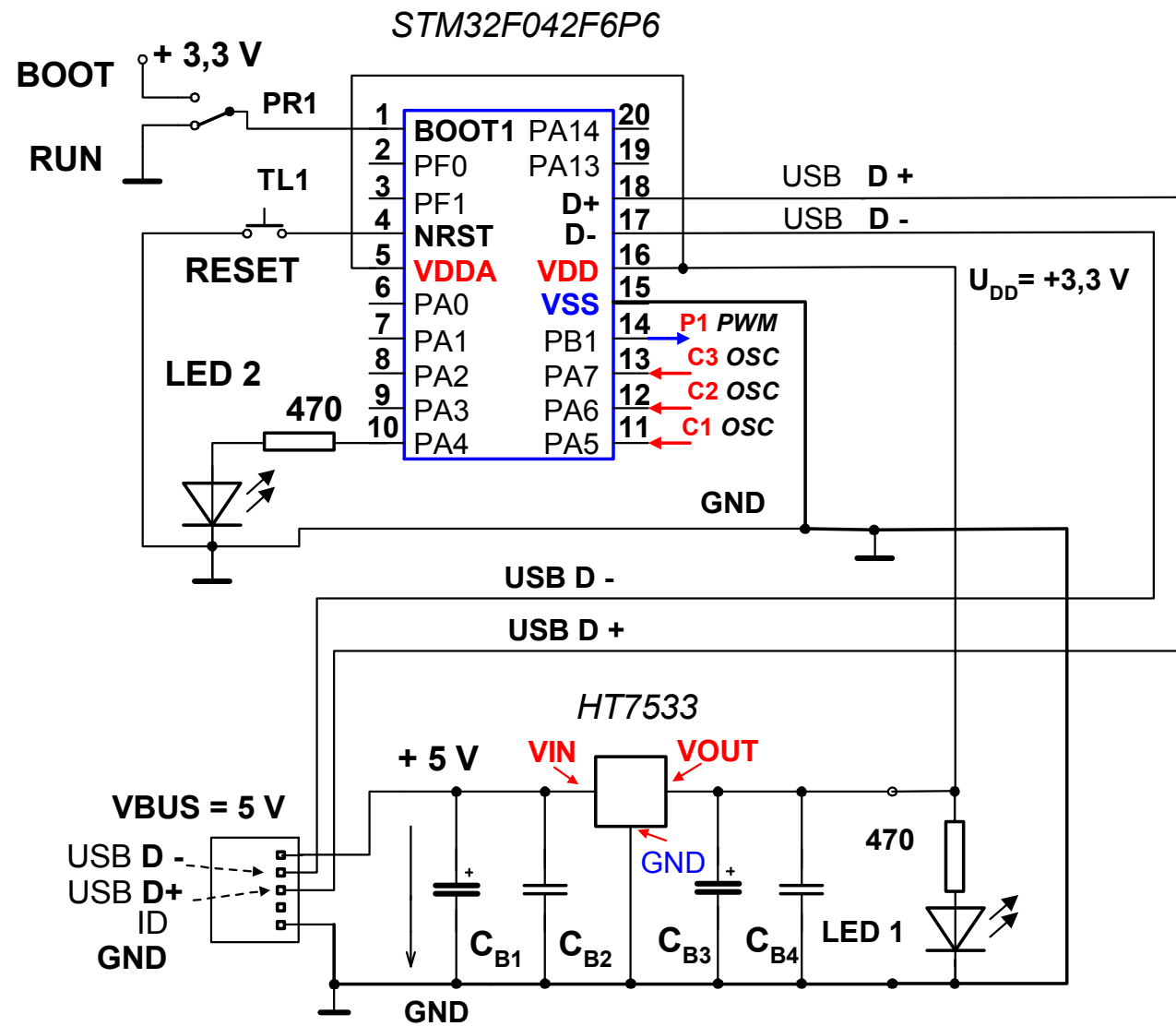
Pin 10 PA4 Blikání LED zapojené proti zemi – test

Pin 18 na **D+ USB** konektor

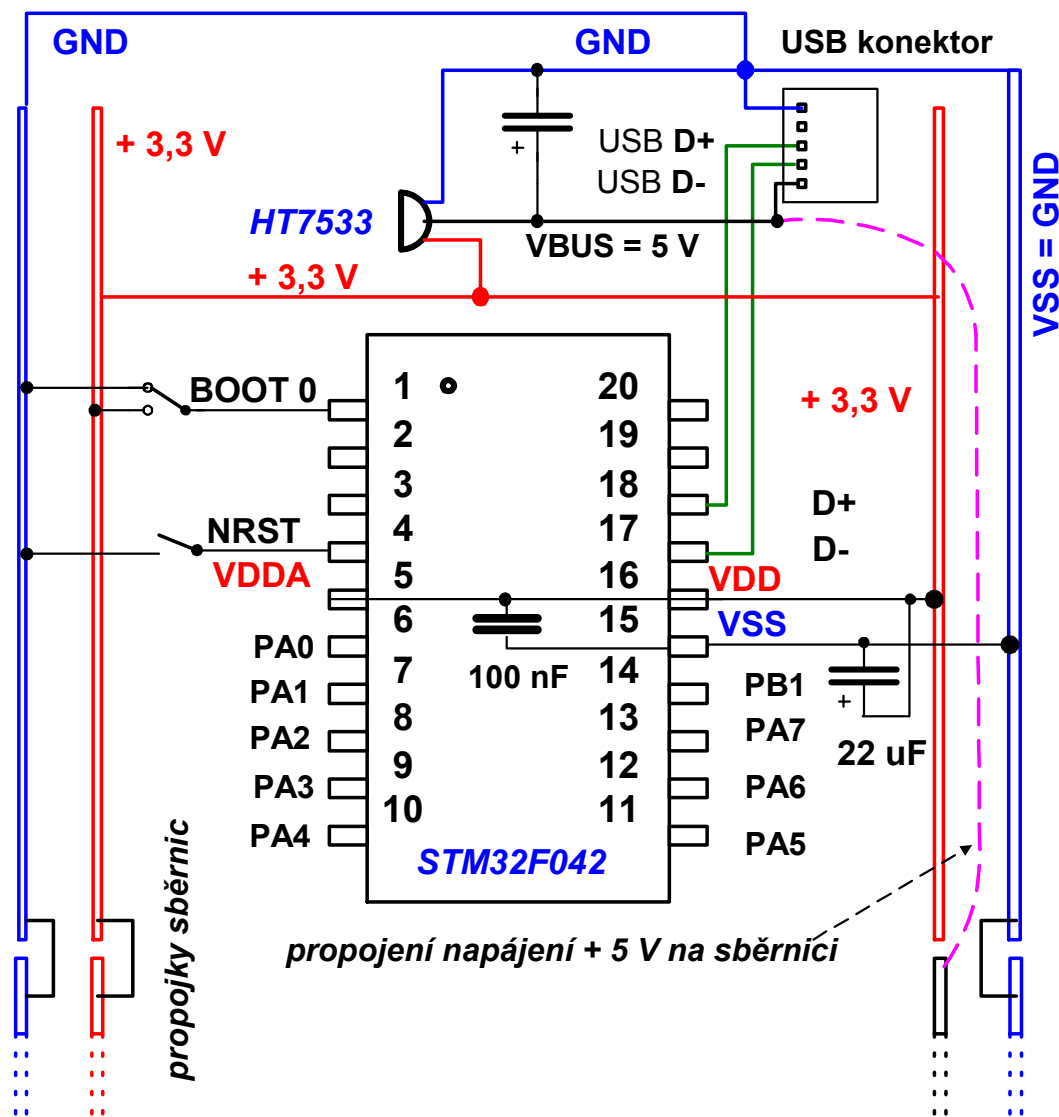
Pin 17 na **D- USB** konektor



Zapojení kitu F0 v- Lab



Uspořádání na kontaktním poli



Postup sestavení a oživení kitu

Sestavovat kit na kontaktním poli postupně

Konektor USB, regulátor napětí HT7533 3,3V , indikační LED 1s rezistorem.

Zkontrolovat správnost napětí + 3,3 V

Zapojit modul se STM32F042, přepínač BOOT, reset tlačítko, LED na pin 10 přes s rezistorem.

Oživit blikání LED 2 na pinu 10 (PA4) – s programem dodaným ve Flash

Oživit nahrávání firmware do STM32F042 z PC prostřednictvím USB rozhraní

Oživit F0- Lab s funkcemi: Impulsní generátor, voltmetr a osciloskop

Materiál na realizaci kitu

Nepájivé kontaktní pole + vodiče

Modul s STM32F042F6P6 s blokovacím kondenzátorem 100 nF

USB micro - konektor

HT7533 regulátor napětí +3,3 V

LED 2x rezistor **470** Ohmů 2x;

Přepínač + tlačítko

Kondenzátory: , 2x elektrolytický **22 uF** , (2x keramický **100 nF**)

Materiál pro domácí práci

Na doma pořídit:

Micro USB **kabel - nutné**

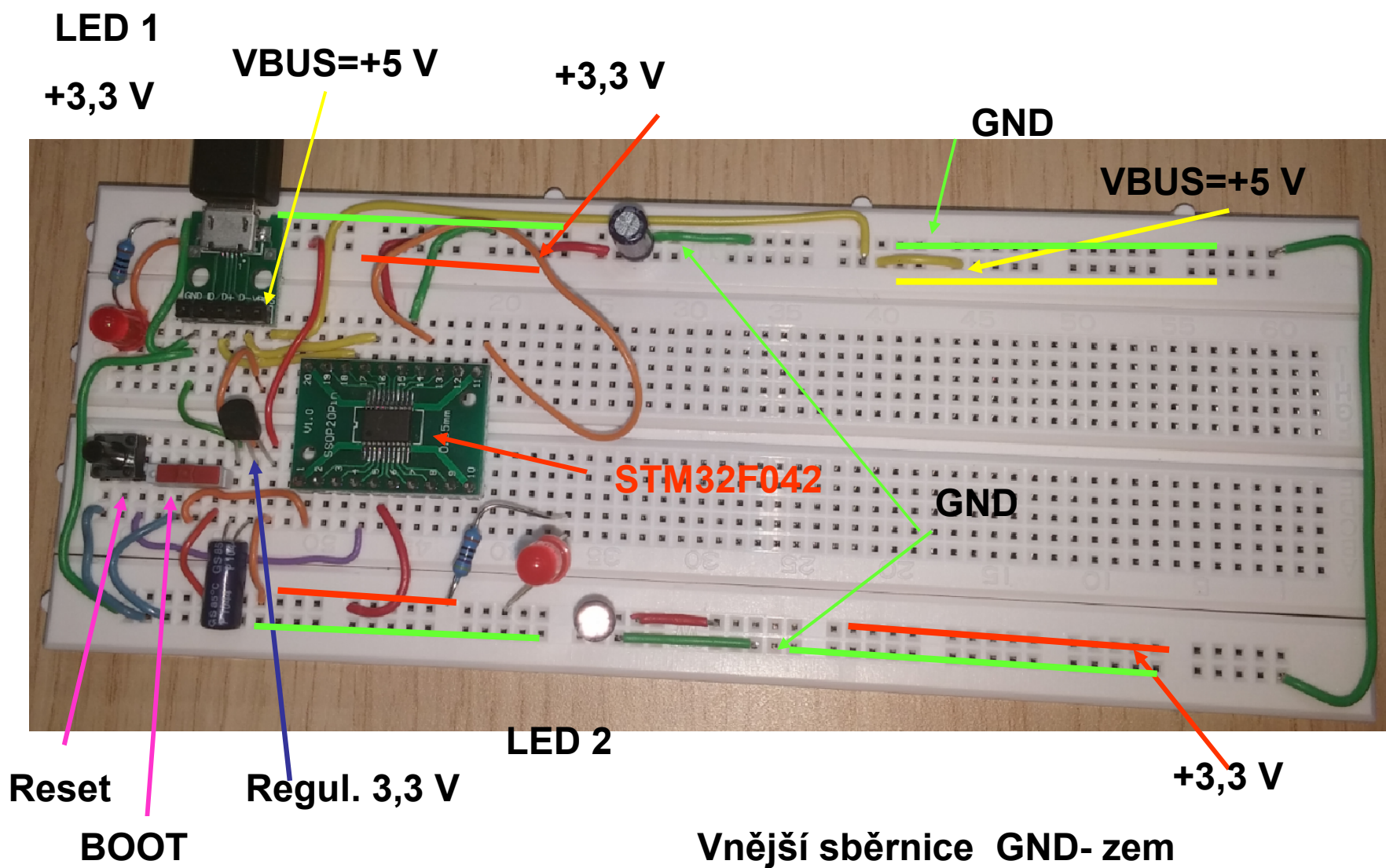
Ploché malé **kleště** s možností štípání drátu (vhodné)

Levný číslicový **multimetr** (kategorie 200 – 400 Kč) – v případě zájmu. Není to ale nutné.

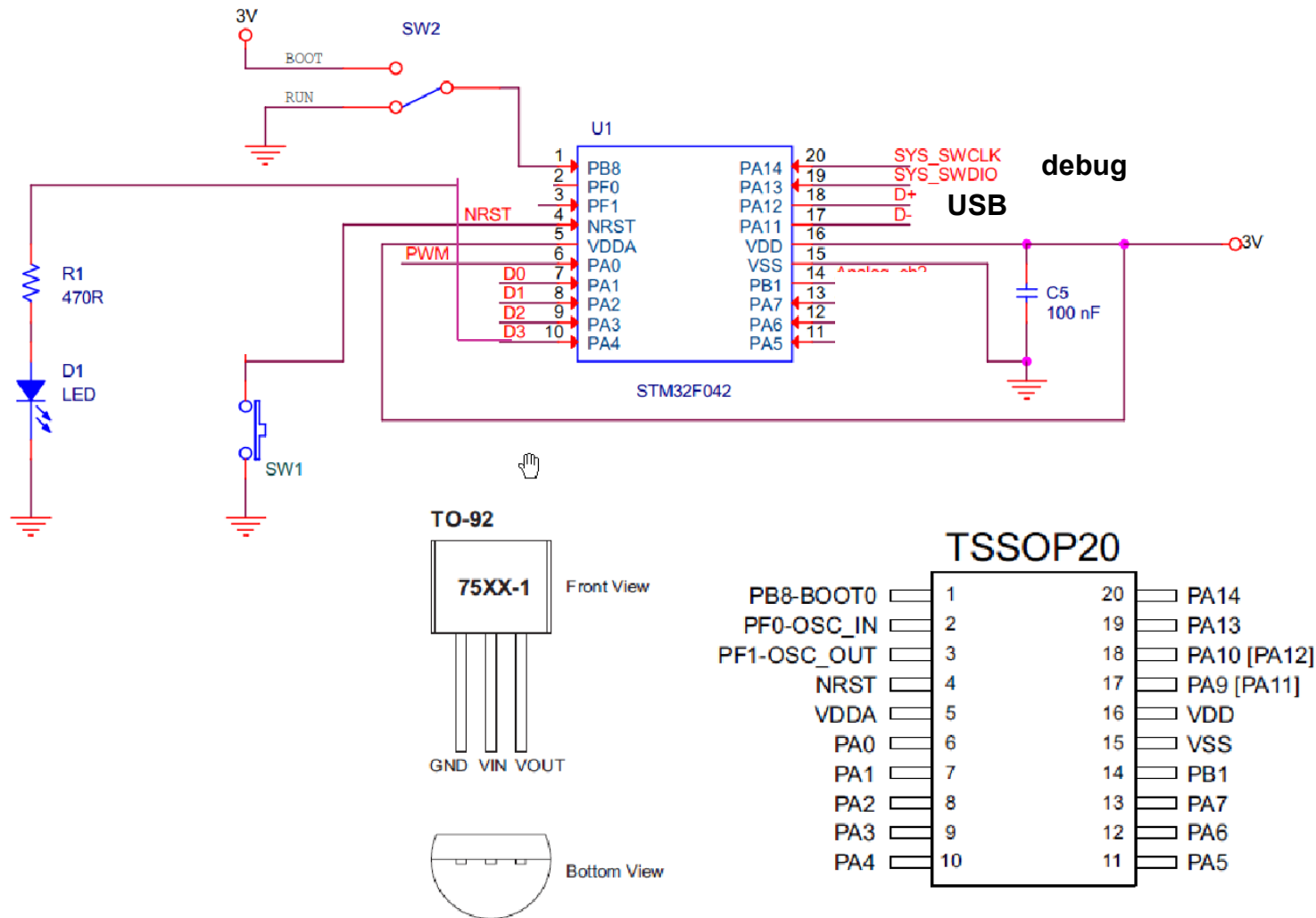
Vlastnosti multimetru: výhodné – s **automat. vypínáním** napájení, příp. s **vypínáním tlačítkem**. (Vypínání otoč. přepínačem je méně pohodlné.)

NUCLEO STM32F303RE – pouze pro zájemce o širší samostanou práci doma. Možnost programování pomocí mbed. V laboratoři bude kit využíván ve funkci „generátor, osciloskop“, Cena je cca 360 Kč.

Pole osazené STM042 osazené pole



Zapojení kitu s STM32F042



Piny využité ve funkci voltmetr, osciloskop

Pro oživení- v STM32F042 nahraný testovací program blikání na PA4:

Aplikační program – firmware **Voltmetr + osciloskop**

PC aplikace – společná

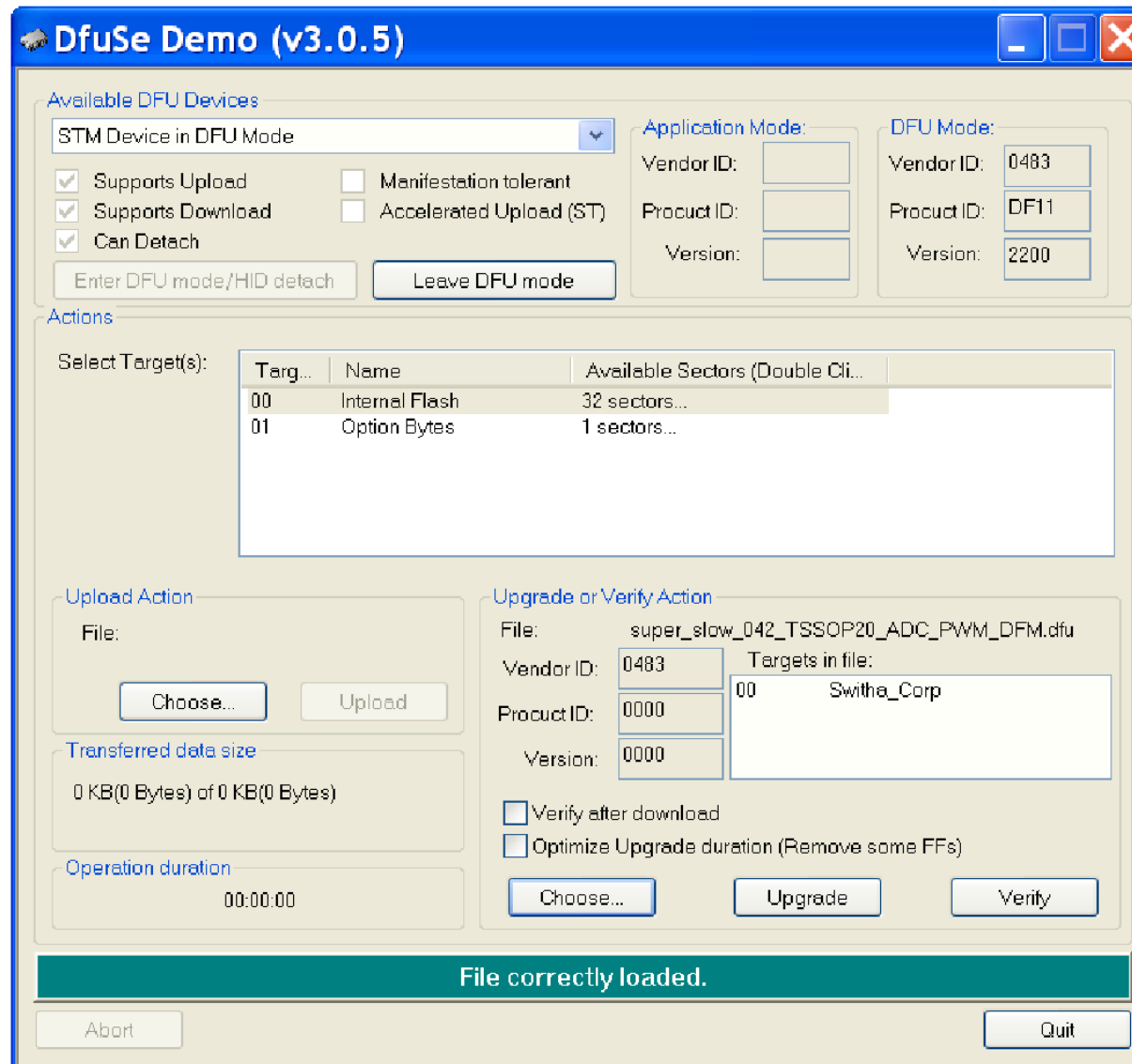
PWM out pin 14 *generátor PWM – pro funkci voltmetr i osciloskop*

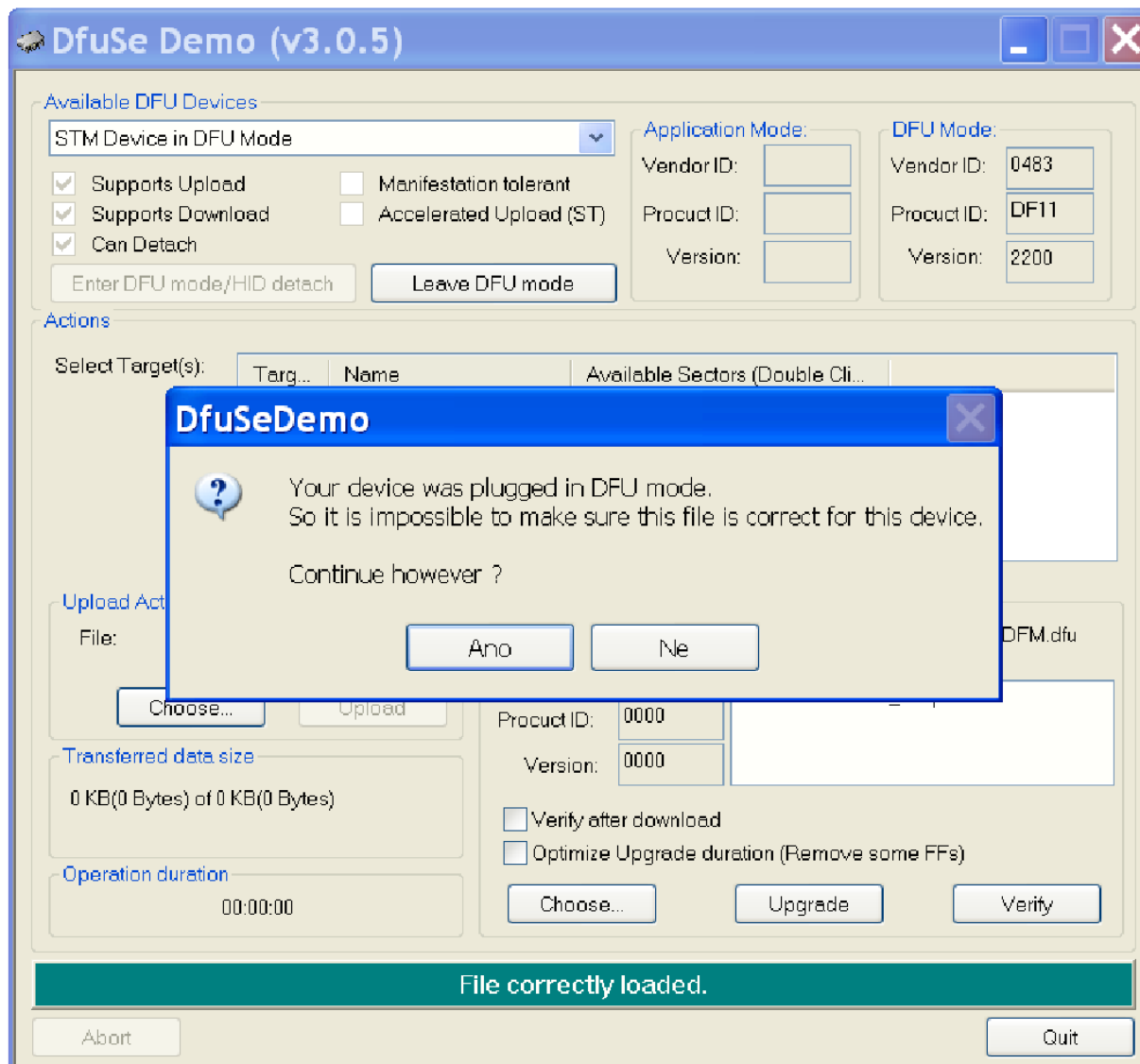
CH1 pin 11 *pro funkci voltmetr i osciloskop*

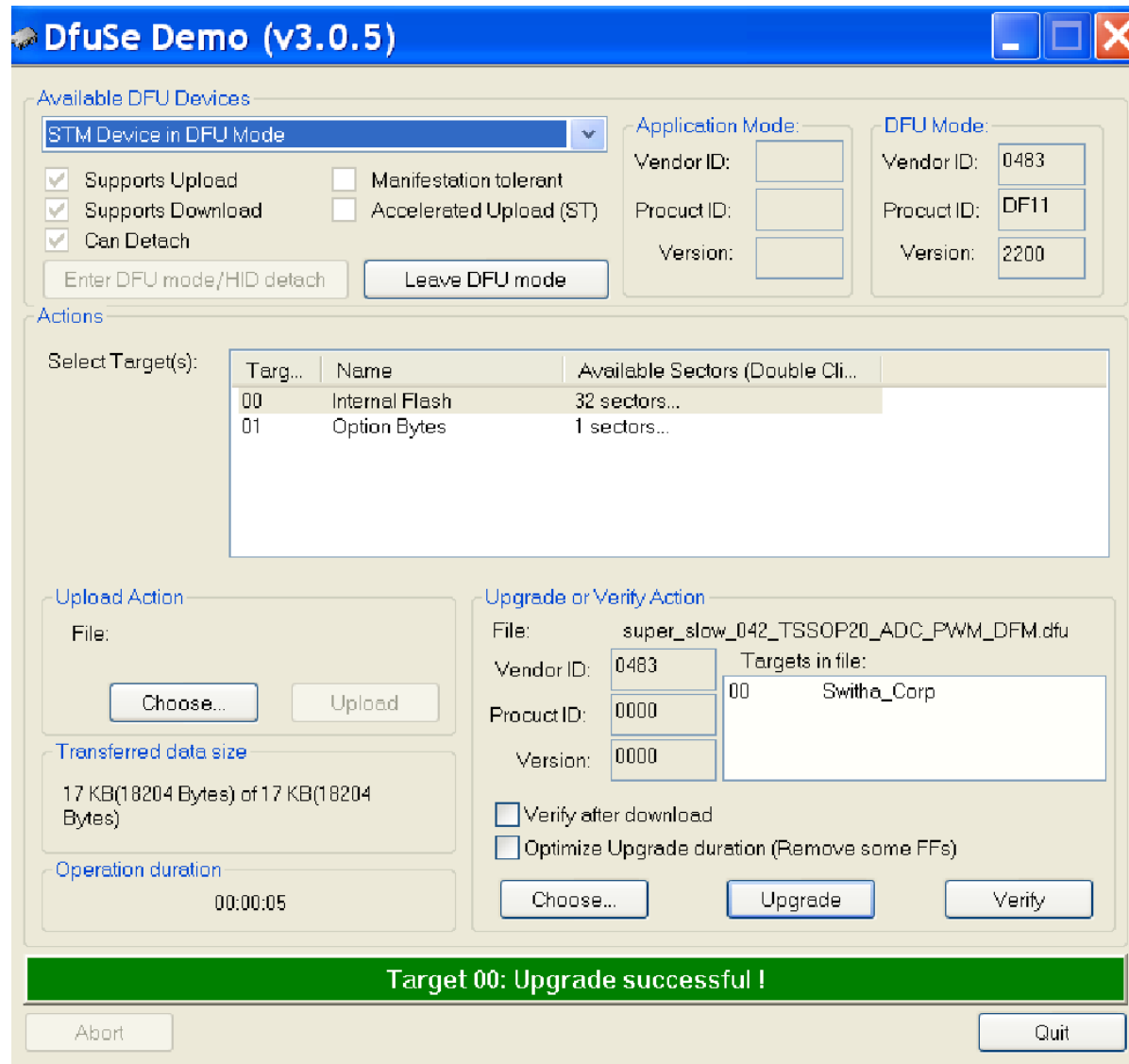
CH2 pin 12 *pro funkci voltmetr i osciloskop*

CH1 pin 13 *pro funkci voltmetr i osciloskop*

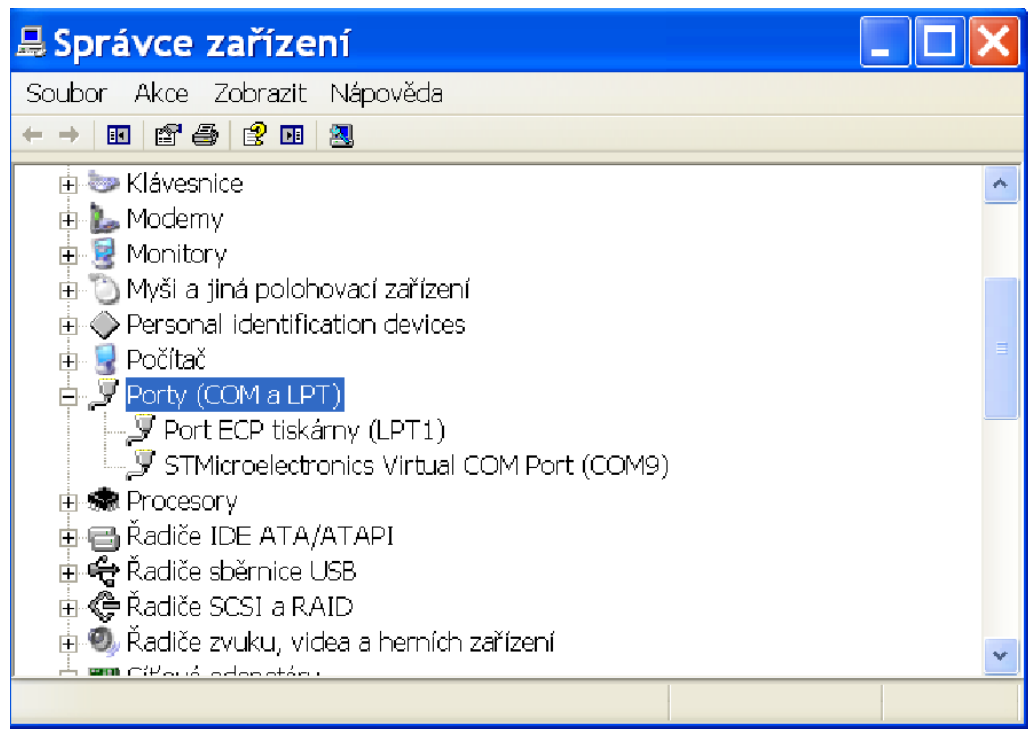
Nahrání firmware pomocí programu DfuSE Demo



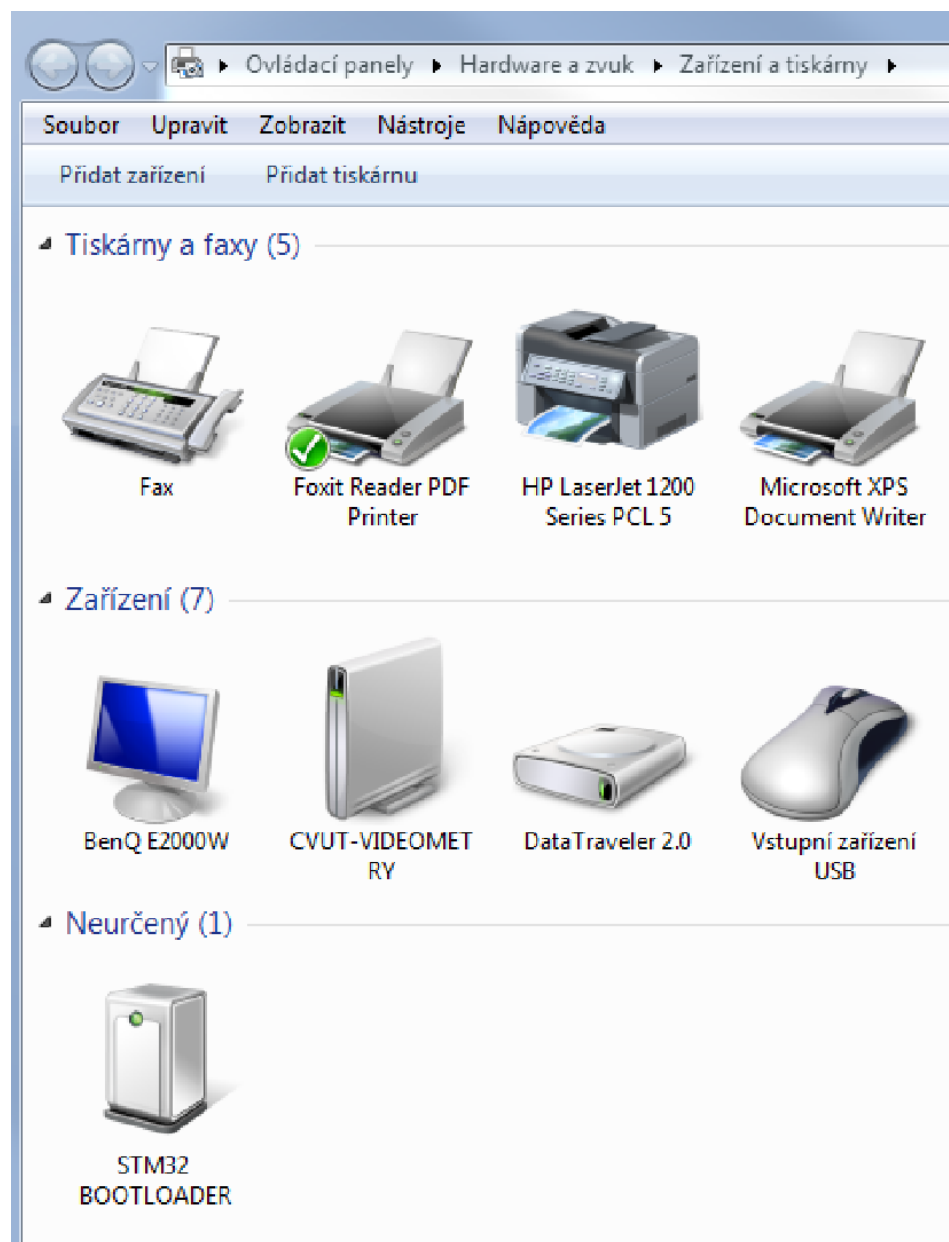




-
-

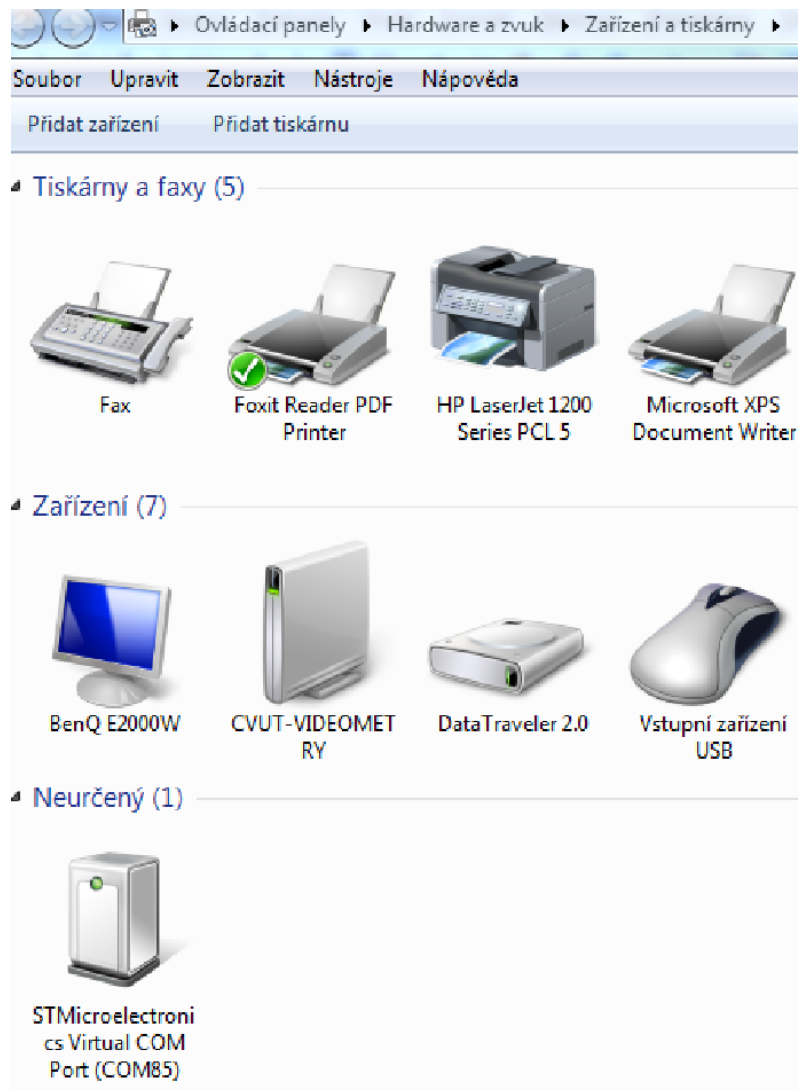


STM32F042 jako zařízení (v režimu BOOT)



STM32F042 jako zařízení (v režimu běhu programu F0-Lab)

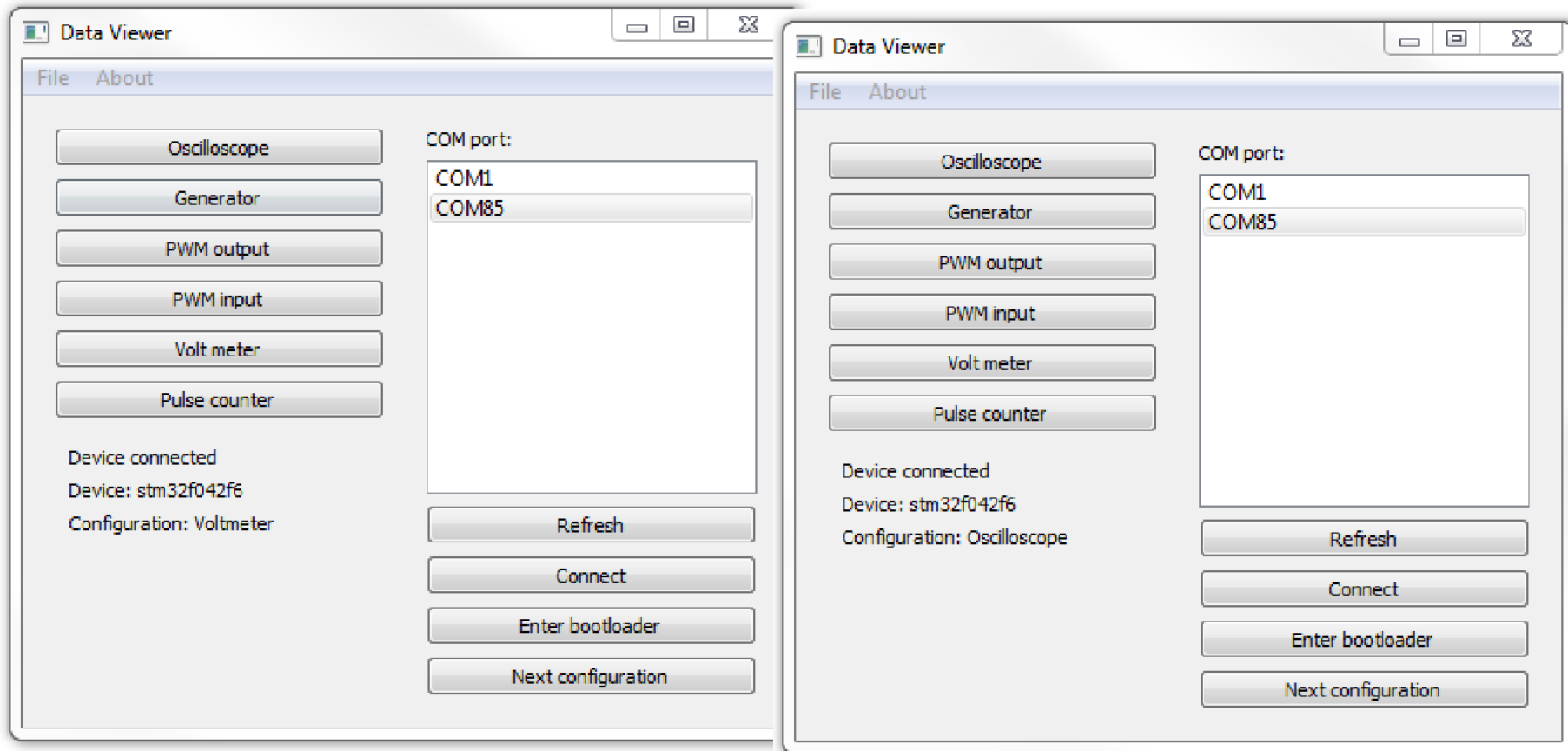
▪



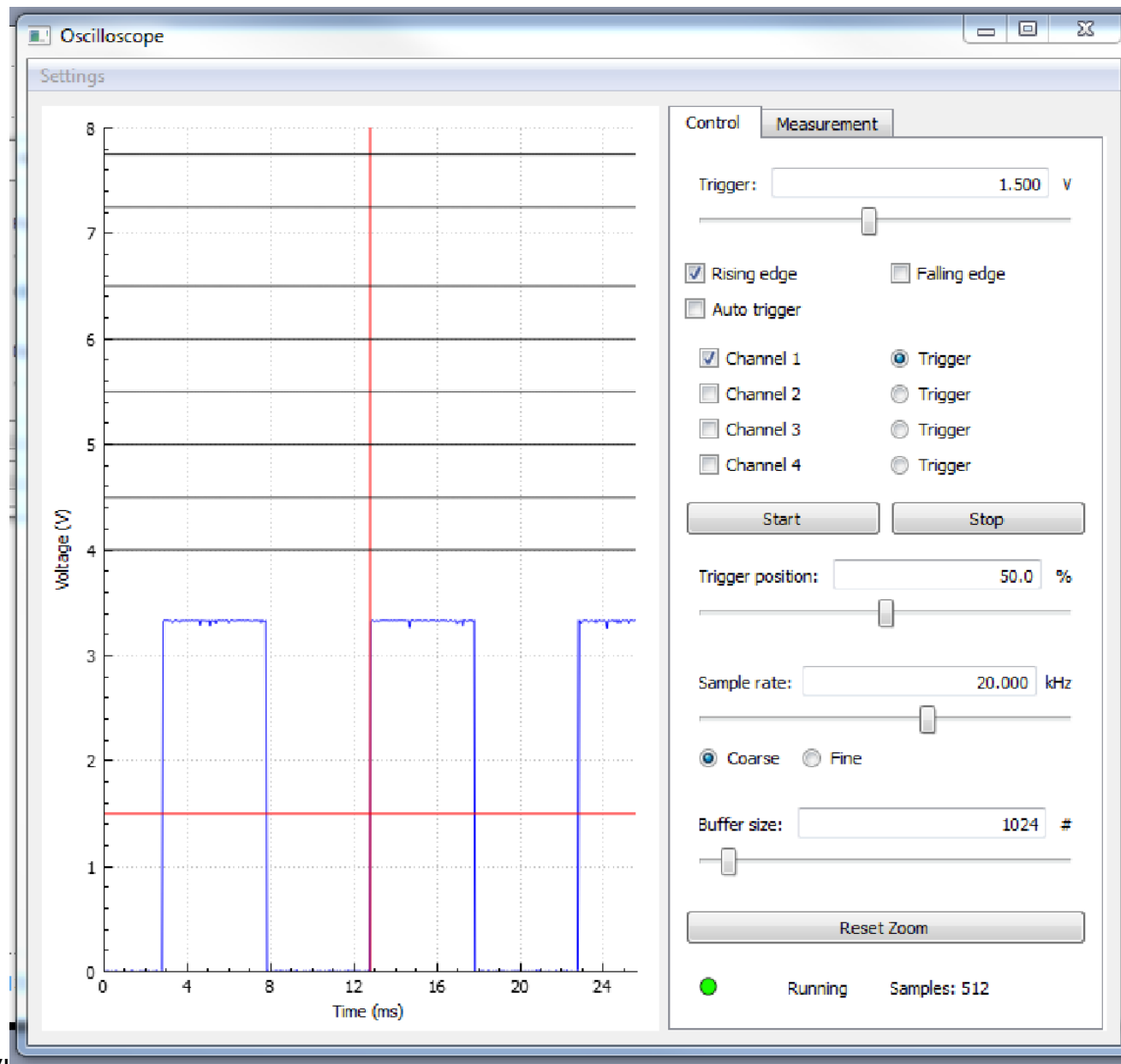
Spuštění F0-Lab

Přepínání konfigurace „*Next configuration*“

PWM output + Voltmetr, nebo PWM output + Osciloskop

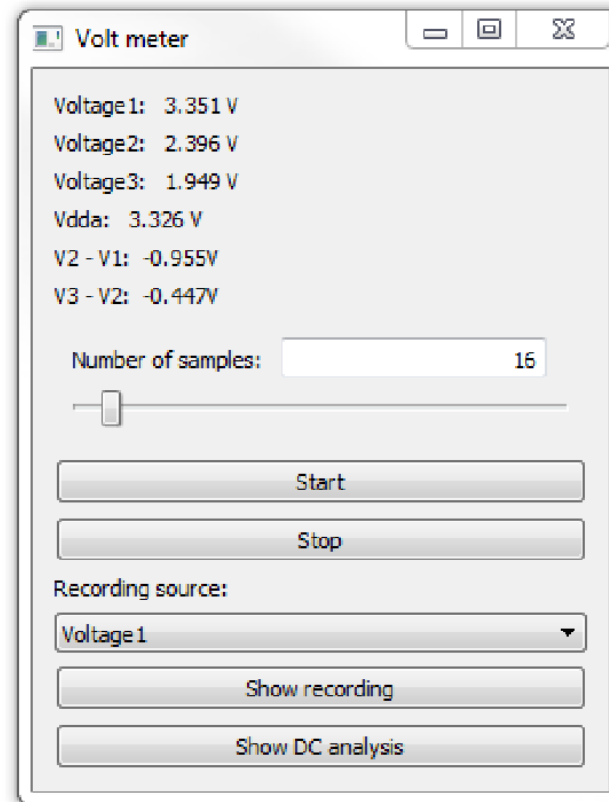
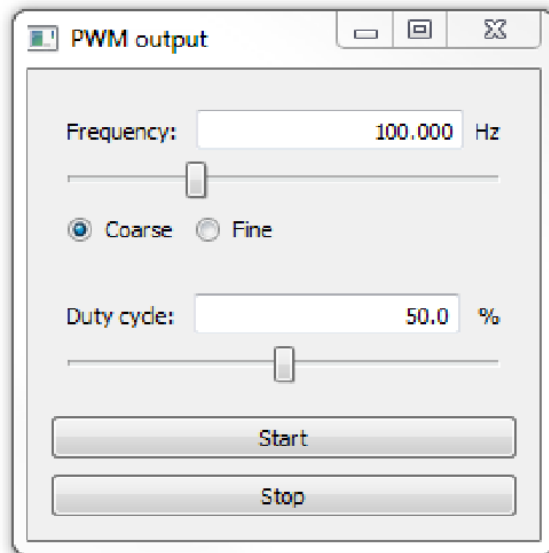


Funkce osciloskopu



Konfigurace PWM + voltmetr

▪



Potřebné soubory, programy a další informace budou na

measure.feld.cvut.cz/soutez/ETC