DIGITÁLNY OSCILOSKOP DSO150 popis konštrukcie a návod na ovládanie

POPIS DIGITÁLNEHO OSCILOSKOPU DSO 150

Základným meracím zariadením experimentálnej zostavy je vreckový, digitálny, jednokanálový, 12-bitový osciloskop DSO150 firmy JYE Tech. Ide o cenovo dostupné meracie zariadenie, ktoré je vďaka pomerne jednoduchému ovládaniu a možnosti operatívne zobraziť okrem skúmaného signálu aj jeho základné parametre, vhodné na žiacku experimentálnu činnosť na hodinách fyziky (obr. 1). Je nutné povedať, že uvedená firma sa špecializuje predovšetkým na DIY ("do it yourself") elektronické stavebnice osciloskopov, preto je najvýhodnejšie toto zariadenie kúpiť v rozloženom stave a poskladať si ho podľa návodu vlastnými silami. K dispozícii je výhodne predovšetkým v čínskych internetových obchodoch, a to v troch verziách: ako plne funkčný zapojený digitálny osciloskop, ako stavebnica so zapojenými SMD a nezapojenými THT súčiastkami a nakoniec ako stavebnica, v ktorej je potrebné zapojiť SMD aj THT súčiastky¹.



Obr. 1: Digitálny osciloskop DSO150

Z hľadiska konštrukcie je analógová a digitálna časť (obr. 2a, 2b) osciloskopu umiestnená na samostatných plošných doskách. Digitálna časť spolu s displejom a mikrokontrolérom už je z veľkej väčšiny zapojená, naprogramovaná a otestovaná výrobcom.



Obr. 2a: Analógová doska osciloskopu DSO150



Obr. 2b: Predná a zadná strana digitálnej dosky osciloskopu DSO150 s TFT displejom a mikrokontrolérom CORTEX-M3 ARM

¹ THT (*"through-hole technology*") znamená montáž súčiastok do vyvítaných dier v plošnom spoji, SMD (*"surface mount devices*") sú súčiastky osadené metódou povrchovej montáže. Viac sa možno dočítať napr. na <u>https://cs.wikipedia.org/wiki/Osazování plošných spojů</u>. Pokiaľ nemáme na osadzovanie súčiastok potrebné zručnosti, najjednoduchšou cestou je kúpiť skompletizovaný a oživený osciloskop, verzie sú cenovo porovnateľné.

Základom osciloskopu je mikrokontrolér Cortex-M3 ARM, na zobrazenie slúži farebný TFT displej s uhlopriečkou 2,4" a s rozlíšením 320 x 240 bodov. Osciloskop vyžaduje napájanie 8 V až 10 V DC, preto je mu (aj z dôvodu vzájomného rušenia s ostatnými modulmi) v experimentálnej zostave vyčlenený samostatný napájací konektor skonštruovaného spínaného zdroja (9 V DC). Návod na zostavenie je štandardne pribalený k stavebnici, zároveň je aj spolu so schémou k dispozícii na webe výrobcu (www.jyetech.com). Výrobca tiež priebežne aktualizuje firmware osciloskopu, ktorý je možné pomocou vhodného zariadenia – programátora mikrokontrolérov a návodu dostupného na webe – nahrať do zariadenia.

Niektoré základné vlastnosti digitálneho osciloskopu DSO150 sú uvedené v tab. 1.

Parameter	Popis
Počet vstupných kanálov	1 analógový
Šírka pásma	0 Hz až 200 kHz
Vzorkovacia frekvencia	Až 1 MS/s
Režim spúšťania	Auto, Normal, Single, vzostupnou alebo zostupnou hranou
Citlivosť	5 mV/div až 20 V/div
Maximálne vstupné napätie	50 V
Vertikálne rozlíšenie	12 bitov
Vstupná impedancia	1 ΜΩ
Dĺžka pamäte	1 kpts (1000 dvojíc hodnôt napätia a času)
Zabudovaný generátor obdĺžnikového signálu	1 kHz, 3,3 V
Špeciálne funkcie	režim Hold
Rozmery, hmotnosť	(115 x 75 x 22) mm, 100 g

Tab. 1: Zoznam základných parametrov digitálneho osciloskopu DSO150²

Pri porovnaní vlastností s inými meracími systémami a digitálnymi osciloskopmi je možné konštatovať, že ide o základné zariadenie, ktorého parametre by boli pre mnohé elektrotechnické merania nedostačujúce. Avšak v prípade základných školských (a najmä žiackych) meraní si často vystačíme s meraním nízkofrekvenčných signálov do 100 kHz a s jedným vstupným kanálom, pričom oceníme hlavne jednoduchosť ovládania osciloskopu, robustnosť konštrukcie, odolnosť voči nesprávnemu zaobchádzaniu a možnosť okamžite zobraziť základné vlastnosti meraného signálu, ako sú amplitúda, frekvencia, atď.

² Pokiaľ čitateľovi nie sú dostatočné známe všetky parametre uvedené v tabuľke, prípadne sa potrebuje zorientovať vo vlastnostiach osciloskopov, môže sa inšpirovať napr. článkom "Jak vybrat osciloskop" na stránke <u>http://www.elektroraj.cz/2014/12/10/jak-vybrat-osciloskop/</u>. Ďalšie podrobnejšie informácie o osciloskopoch je možné nájsť tiež na stránkach výrobcu Tektronix (<u>https://www.tek.com/document/online/primer/xyzs-scopes/ch1/oscilloscope-basics</u>), prípadne na stránke fyzikálnej sekcie MFF UK (<u>https://physics.mff.cuni.cz/kfpp/skripta/elektronika/kap4/4_2.html</u>).

KEGA č. 031UMB-4/2018 Implementácia bádateľsky orientovaného modelu vzdelávania s využitím nových technológií na báze mikrokontrolérov vo vyučovaní fyziky strednej školy

STRUČNÝ NÁVOD NA OVLÁDANIE OSCILOSKOPU DSO150

V nasledujúcom texte je uvedený popis meracieho prostredia a údajov zobrazovaných na displeji, ako aj základných funkcií osciloskopu (výrobca dodáva okrem návodu na zostavenie iba stručnú dokumentáciu s jednoduchým manuálom). Podrobnejšie sa venujeme predovšetkým logike ovládania osciloskopu a tým funkciám, ktoré sú využiteľné pri žiackych experimentoch. V závere uvádzame aj stručný návod na privedenie a zobrazenie signálu.

Popis meracieho prostredia a základných funkcií osciloskopu

Výstupnou perifériou digitálneho osciloskopu DSO150 je 2,4 palcový TFT LCD displej (obr. 3). Pod ním sú umiestnené štyri kruhové tlačidlá:

- V/DIV tlačidlo na zmenu citlivosti vertikálneho zosilňovača (z angl. "division", ide teda o napätie vo voltoch na dielik vertikálnej stupnice)³,
- SEC/DIV ovládanie časovej základne,
- TRIGGER tlačidlo na zmenu režimu spúšťania (triggeringu) osciloskopu,
- *OK* tlačidlo, ktoré slúži na zaznamenanie priebehu, prípadne na opätovné spustenie snímania.

Na hornej strane osciloskopu sa nachádza BNC konektor, výstup testovacieho signálu a prepínač medzi jednosmerným a striedavým signálom (ktorý ponecháme v režime AC). Na spodnej strane krytu osciloskopu nájdeme konektor pre napájanie a spínač osciloskopu.



Obr. 3: Displej osciloskopu DSO150 s popisom jednotlivých funkcií a parametrov

 3 V texte si nekladieme za cieľ vysvetľovať princíp činnosti analógového alebo digitálneho osciloskopu. Uveď me aspoň to, že pokiaľ ide o odčítanie údajov o signáli z displeja osciloskopu, dielikom sa rozumie štvorček tejto stupnice. Jeho vodorovná hrana reprezentuje os *x* a v jednotkách času jej prislúcha hodnota uvedená na osciloskope (podľa obr. 3 je to 10 ms), zvislej osi *y* priradíme hodnotu napätia nastavenú pre vertikálny zosilňovač (0,2 V). Ako vidieť na obrázku, zvislá stupnica je v tomto prípade delená na päť menších dielikov.



KEGA č. 031UMB-4/2018 Implementácia bádateľsky orientovaného modelu vzdelávania s využitím nových technológií na báze mikrokontrolérov vo vyučovaní fyziky strednej školy

Popis základnej logiky ovládania osciloskopu

Pod tlačidlami je umiestnený otočný ovládač *ADJ*, ktorý slúži na nastavovanie hodnôt vybraných parametrov.

Základná logika ovládania osciloskopu je nasledovná – ak chceme napríklad zmeniť citlivosť vertikálneho zosilňovača, krátko stlačíme V/DIV (tým sa zapne režim zmeny citlivosti vertikálneho zosilňovača) a otočným ovládačom ADJ nastavíme požadovanú hodnotu napätia vo voltoch na dielik zvislej stupnice. Hodnotu potvrdíme ďalším krátkym stlačením tlačidla V/DIV.

Podobne postupujeme pri zmene časovej základne – krátko stlačíme tlačidlo *SEC/DIV*, otáčaním ovládača *ADJ* zmeníme časovú hodnotu a potvrdíme ju opätovným stlačením tlačidla *SEC/DIV*.

Takisto stlačením tlačidla *TRIGGER*, otočením ovládača *ADJ* a opätovným potvrdením pomocou tlačidla *TRIGGER* môžeme zmeniť režim spúšťania medzi *AUTO*, *NORM* a *SING* (režimy spúšťania osciloskopu sú stručne vysvetlené nižšie).

Pokiaľ sú vertikálny zosilňovač, časová základňa alebo spúšťanie osciloskopu v režime nastavovania, sú zvýraznené príslušným farebným obdĺžnikom, ako vidieť na nastavení časovej základne na obr. 3.

Pozor, niektoré tlačidlá majú viac režimov ovládania!

Napríklad krátkym stlačením tlačidla *OK* zastavíme alebo spustíme priebežné zobrazovanie signálu, ale dlhšie (zhruba dvojsekundové) podržanie tohto tlačidla vedie k zobrazeniu alebo k skrytiu **základných parametrov signálu**, ktoré sú popísané nižšie v tab. 2.

Ďalšie režimy ovládania.

Ak napríklad stlačíme dvakrát za sebou tlačidlo *V/DIV*, otáčaním ovládača *ADJ* môžeme zvislo posúvať meraný signál – zároveň sa posúva aj *indikátor vertikálnej pozície* – farebná značka v ľavom okraji displeja (obr. 3).

Ak stlačíme dvakrát za sebou tlačidlo *SEC/DIV*, otáčaním ovládača *ADJ* posúvame nameraný signál vodorovne – zároveň sa posúva aj *indikátor horizontálnej pozície* v hornej časti displeja (obr. 4), keď že nameraný súbor tvorí až 1000 dvojíc hodnôt napätia voči času.

Ak stlačíme dvakrát za sebou tlačidlo *TRIGGER*, otáčaním ovládača *ADJ* posúvame *indikátor hraničnej hodnoty signálu* pomocou farebnej značky v pravej časti displeja (obr. 4).

Posúvanie otočným tlačidlom *ADJ* môže byť rýchlejšie alebo pomalšie – ak ho v režime posúvania stlačíme, zmení sa rýchlosť posuvu signálu.

Ďalšie kombinácie tlačidiel sú uvedené v stručnom manuáli k osciloskopu, keďže však pre naše merania nie sú dôležité, nebudeme sa nimi podrobnejšie zaoberať.

Zobrazované parametre signálu a ich vysvetlenie	
Freq	frekvencia (angl. "frequency")
Cycl	perióda (angl. "cycle")
PW	šírka impulzu v jednotkách času (angl. "pulse width")
Duty	strieda alebo činiteľ plnenia signálu (angl. "duty cycle"), je to pomer doby trvania aktívneho stavu (log. 1) voči perióde (napr. pre sin je 50 %)
V _{max}	maximálna hodnota napätia
V_{\min}	minimálna hodnota napätia
$V_{ m avr}$	priemerná hodnota napätia (angl. "average")
$V_{ m pp}$	medzivrcholové napätie, resp. rozdiel hodnôt napätia medzi maximálnymi výchylkami (z angl. "peak to peak voltage")
$V_{ m rms}$	efektívna hodnota napätia (angl. "root mean square")

Tab. 2: Prehľad parametrov signálu, ktoré sú zobrazované osciloskopom

Ako sme už spomenuli vyššie, **parametre signálu** môžeme zobraziť približne dvojsekundovým stlačením tlačidla *OK*. Ďalším stlačením tlačidla *OK* dôjde opäť k ich odstráneniu z displeja.

Nastavenie spúšťania merania (triggeringu) osciloskopu a ďalšie vlastnosti funkcie TRIGGER

V nasledujúcom texte sú stručne popísané režimy spúšťania merania osciloskopu. V rámci meraní budeme štandardne používať predovšetkým režim *AUTO*.

Režim spúšťania, **úroveň spúšťania** a **nastavenie spúšťacej hrany** sa nastavujú tlačidlom *TRIGGER*.

Merania na osciloskope najčastejšie prebiehajú v režime *AUTO*, kedy sa generátor pílových kmitov časovej základne automaticky synchronizuje so vstupným signálom, pričom značka hraničnej hodnoty signálu (obr. 3) musí byť nižšie, ako je maximálna hodnota meraného signálu. V tomto režime prebieha väčšina meraní. Osciloskop meria kontinuálne a vpravo hore na displeji bliká "*Trigged*". V prípade potreby si môžeme signál zastaviť pomocou tlačidla *OK* (vpravo hore sa zobrazí "*Holdoff*") a uložiť do pamäte kombináciou tlačidiel *ADJ* a *SEC/DIV*. Namerané dáta z pamäte vyvoláme kombináciou tlačidiel *ADJ* a *TRIGGER*.

V režime *NORM* začne osciloskop merať až vtedy, pokiaľ dostane spúšťací signál. Jeho prahová hodnota sa opäť nastavuje značkou hraničnej hodnoty signálu, umiestnenou vpravo na displeji, a to pomocou tlačidla *TRIGGER* a otočného ovládača, ako už bolo uvedené vyššie. Osciloskop meria od tejto hodnoty kontinuálne a v prípade potreby si môžeme signál zastaviť pomocou tlačidla *OK* a uložiť do pamäte kombináciou tlačidiel *ADJ* a *SEC/DIV*. Namerané dáta z pamäte vyvoláme kombináciou tlačidiel *ADJ* a *TRIGGER*.

Pokiaľ potrebujeme zmerať priebeh signálu od určitej úrovne a chceme, aby sa meranie následne zastavilo, môžeme použiť režim *SING*. V tom prípade si nastavíme pomocou značky hodnotu úrovne signálu, pri ktorej má meranie začať. Pri dosiahnutí tejto hodnoty napätia osciloskop uskutoční jedno meranie (1000 dvojíc hodnôt napätia voči času) a meranie zastaví.

Vo všetkých typoch merania je možné nastaviť, či sa má meranie začať vzostupnou, alebo zostupnou hranou signálu. Táto funkcia nie je pre nás dôležitá, preto sa ňou nebudeme podrobnejšie zaoberať, uveď me však aspoň to, že sa taktiež nastavuje pomocou tlačidla *TRIGGER* a otočného ovládača *ADJ*.

Privedenie signálu a zobrazenie jeho priebehu

V ďalšom texte stručne popíšeme základný postup pri zobrazení signálu na osciloskope DSO150. Využijeme pri tom okrem osciloskopu napájací zdroj a funkčný generátor XR2206 (obr. 4, 5).



Obr. 4: Napájací zdroj, funkčný generátor XR2206 a digitálny osciloskop DSO150

Obr. 5: Zobrazenie sínusového signálu na displeji osciloskopu



Postup:

- Osciloskop a funkčný generátor pomocou napájacích vodičov pripojíme k zdroju a zdroj pripojíme prostredníctvom adaptéra do zásuvky.
- Osciloskop prepojíme prostredníctvom BNC kábla s funkčným generátorom.
- Na funkčnom generátore nastavíme pomocou jumperov (malých prepojovačov) frekvenčný rozsah napr. 100 Hz – 3 kHz a sínusový priebeh.
- Zapneme zdroj a osciloskop (funkčný generátor sa zapne privedením napätia zdroja).

- Pomocou ovládačov nastavíme na osciloskope časovú základňu na 1 ms/div, vertikálny zosilňovač na 0,5 V/div a zobrazíme parametre signálu.
- Pokiaľ osciloskop pracuje v režime AUTO a na funkčnom generátore je nastavená frekvencia okolo 200 Hz, môžeme pozorovať vykreslený sínusový priebeh spolu s parametrami signálu (obr. 5).
- Pomocou potenciometrov *Coarse* a *Fine* môžeme na funkčnom generátore meniť frekvenciu, prípadne potenciometrom *Amp* aj amplitúdu signálu. Zároveň môžeme upravovať nastavenia osciloskopu tak, aby sme videli vykreslenú jednu až dve periódy signálu a aj dostatočne vysokú amplitúdu.

Gratulujeme, práve ste zvládli pravdepodobne svoje prvé meranie s digitálnym osciloskopom!

KEGA č. 031UMB-4/2018 Implementácia bádateľsky orientovaného modelu vzdelávania s využitím nových technológií na báze mikrokontrolérov vo vyučovaní fyziky strednej školy