

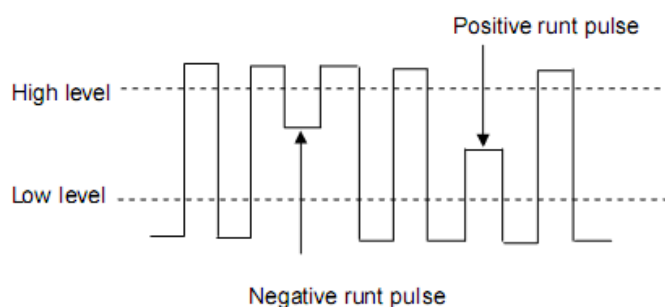
2. MOŽNOSTI TRIGGERU DIGITÁLNÍHO OSCILOSKOPU A OSCILOSKOPICKÁ SONDA

2.1 Úvod

Pokročilé metody triggeru digitálního osciloskopu

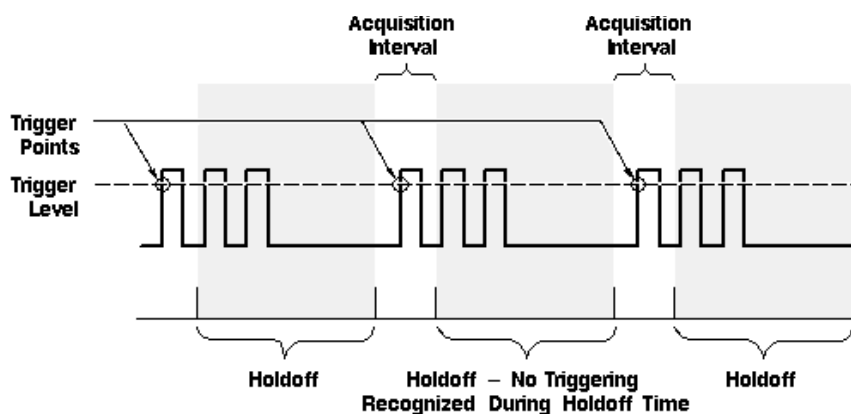
Kromě základních možností triggeru na úroveň (level) a hranu signálu (edge; rising, falling), (viz úloha 0 na prvním cvičení) nabízí digitální osciloskop také širokou škálu pokročilých triggerovacích podmínek. Tyto podmínky se využívají pro analýzu digitálních signálů a zachycení poruch nebo speciálních částí signálů, které jsou nepravidelné, tvarem málo odlišné od měřeného signálu, a tím těžko odlišitelné při využití základního triggeru na hranu signálu. Jedná se například o průběhy se speciálními pulzy, které mají jinou strmost hran, amplitudu nebo šířku. Mezi typické pokročilé metody triggeru patří:

- Trigger na kladné/záporné pulzy širší/užší než nastavený časový limit
- Trigger na pulzy s menší horní/dolní úrovní amplitudy než nastavený napěťový limit (tzv. *runt pulse*, viz obr 2.1)



Obr. 2.1. Runt Trigger

- Trigger na větší/menší rychlost náběžné/sestupné hrany pulzu než nastavený časový limit
- Funkce hold off nastavuje dobu 'čekání' triggeru na další běh. Tato funkce se využívá typicky pro zobrazení sérií pulzních signálů s dlouhou periodou (např. tzv. *burst*).



Obr. 2.2. Funkce Holdoff

- Trigger na slovo (kód) přenášené po komunikačním rozhraní (např. RS232, CAN, USB, I²C apod.)

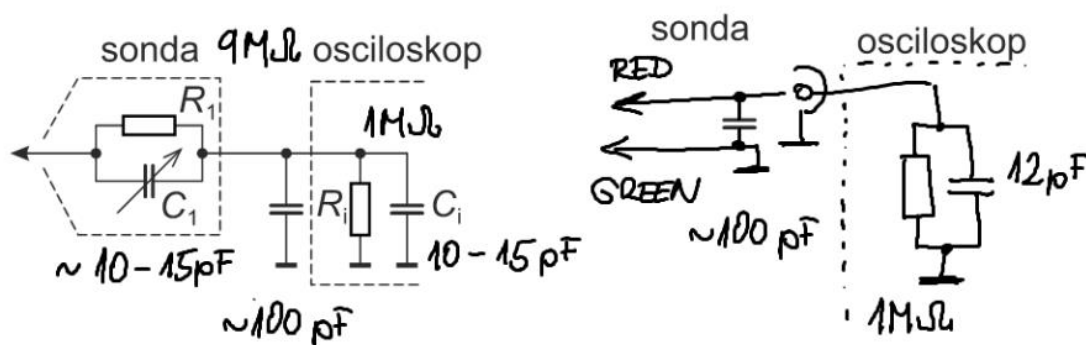
Osciloskopická sonda

Pro zmenšení zkreslení měřeného napětí, nejčastěji impulzního průběhu, které je způsobeno zejména vstupní kapacitou osciloskopu a kapacitou přívodního stíněného kabelu, je vhodné použít tzv. osciloskopickou sondu, v nejjednodušším případě pasivní (viz obr 2.3).

Průchozí impedance sondy je dána paralelní kombinací $R_p \parallel C_p$ a tato tvoří spolu se vstupní impedancí osciloskopu a kapacitou stíněného přívodu (paralelní kombinace $R_o \parallel (C_o + C_k)$) napěťový dělič s přenosem obvykle 10:1. Pro frekvenční nezávislost přenosu musí být poměr reálných částí čitatele a jmenovatele roven poměru částí imaginárních, po úpravě platí:

$$R_p C_p = R_o (C_o + C_k).$$

Pro frekvenční nezávislosti vstupního bloku (osciloskopická sonda a vstup osciloskopu) se na profesionálních sondách i na modelovém přípravku používá proměnný prvek C_p . V případě profesionálních sondy jde o miniaturní kapacitní trimr, který je třeba nastavovat nevodivým nástrojem (předložená sonda je již kompenzována, nastavování trimru proto nebudeme provádět). Většina osciloskopů má obvykle vyveden kalibrační zdroj obdélníkového signálu pro kompenzaci sondy.



Obr. 2.3. Rozdíl mezi standardní osciloskopickou sondou 10:1 a „banánkovou“ sondou 1:1, kondenzátor o hodnotě řádově 100pF tvoří v obou případech kapacita přívodního kabelu

2.2. Domácí příprava

2.2.1. Prostudujte si teoretický úvod

2.2.2. Odvoďte (viz 1. přednáška), že pro frekvenční nezávislost přenosu osciloskopické sondy musí platit

$$R_p C_p = R_o (C_o + C_k).$$

2.3. Úkol měření

2.3.1. Na předloženém přípravku vyzkoušejte různé režimy spouštění digitálního osciloskopu. Nejprve vyzkoušejte k synchronizaci každého ze tří signálů tlačítko *AUTOSCALE* a pozorujte efekt špatně nastaveného triggeru.

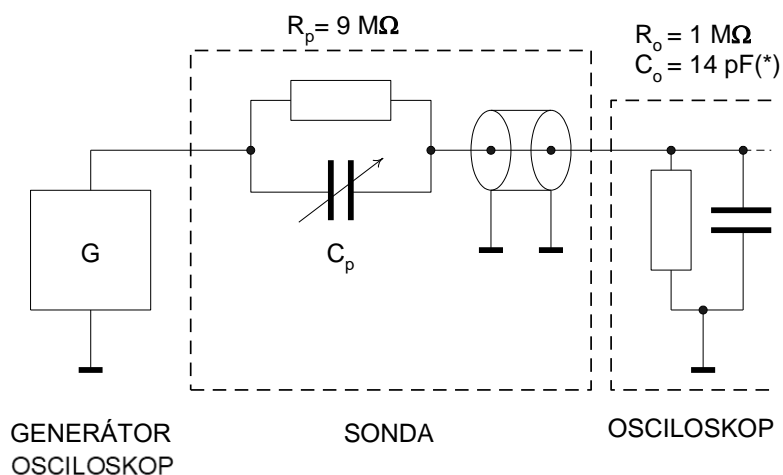
- Spouštění šířkou pulsu** - Signál č. 3 obsahuje krátký impuls (glitch) s dobou trvání 1 us, ve čtvrtém pulsu úrovně log. 1. S využitím spouštění od šířky pulsu nastavte spouštění osciloskopu na tento glitch. Využijte tlačítko *TRIGGER* v sekci *Trigger* na ovládacím panelu osciloskopu, v menu *Trigger Type* vyberte *Pulse Width* a správně nastavte parametry podmínky. Pozorujte glitch, zapište nastavenou spouštěcí podmínku a zdůvodněte, proč díky ní osciloskop správně synchronizuje.
- Spouštění runt pulsem** - Signál č. 8 obsahuje puls s nižší napěťovou úrovní pro log. 1. Nastavte osciloskop tak, aby spouštěl od výskytu tohoto pulsu (runt). Využijte tlačítko *TRIGGER* v sekci

Trigger na ovládacím panelu osciloskopu, v menu *Trigger Type* vyberte *Run* a správně nastavte parametry podmínky. Změřte pomocí funkce automatického měření napětíovou úroveň *run* pulsu.

- c) **Spouštění délkou hrany pulsu** - Signál č. 9 obsahuje puls s delšími hranami, než mají ostatní pulsy. Nastavte osciloskop tak, aby spouštěl od výskytu tohoto pulsu. Využijte tlačítko *TRIGGER* v sekci *Trigger* na ovládacím panelu osciloskopu, v menu *Trigger Type* vyberte *Rise/Fall Time* a správně nastavte parametry podmínky. Změřte pomocí funkce automatického měření rychlost náběžné a sestupné hrany degradovaného pulsu.

- 2.3.2. Pomocí zdroje obdélníkového signálu v osciloskopu (dole uprostřed, Demo - Probe Comp) proveďte kompenzaci modelu sondy 10:1. Pro obě mezní polohy proměnného kondenzátoru („překompenzovaná“/„podkompenzovaná“ sonda) zaznamenejte pozorovaný průběh.

2.4. Schéma zapojení



Obr. 2.4. Schéma zapojení pro kompenzaci modelu sondy (velikost parametru C_o (*) je udána pro konkrétní osciloskop)