Sondes de mesures.

# Sondes passives.

## Modélisation de l’ensemble: sonde + oscillo.

Une sonde est constituée de composants résistifs, capacitifs et inductifs. Elle est couramment modélisée par Rs // Cs où Rs est la résistance série de la sonde; Cs est ajustable [6];

On note Ro et Co la résistance et la capacité d’entrée de l’oscilloscope (valeurs typiques: Ro=1 MΩ, Co=25pF). La figure 1 donne le schéma électrique équivalent de la sonde et de l’oscillo.

Le rapport de transformation de la sonde est soit de 1, soit de 1/10.

Ce

Re

Ve

*fig 2. Impédance d’entrée de*

*l’ensemble sonde + oscillo*

*sonde*

Cs

Vs

Co

Ro

Rs

Ve

*oscillo*

*fig1. Schéma équivalent sonde + oscillo*

## Sonde de rapport 1.

Elle est utilisée pour prélever des signaux bas niveaux à basse fréquence.

Composée uniquement de la pointe de test et du câble blindé, elle ne comporte pas de résistance série (Rs = 0). L’impédance d’entrée de l’oscillo et la capacité de la sonde sont directement connectées au circuit [1], ce qui peut modifier le comportement du circuit étudié (effet de charge); dans un tel cas, il est préférable d’utiliser une sonde de rapport 1/10.

## Sonde de rapport 1/10.

Elle est utilisée pour sa faible charge et sa bande passante élevée.

Elle comporte en série une résistance Rs de 9 MΩ. En très basse fréquence, le rapport de réduction entre Vs et Ve vaut A = Ro / (Rs + Ro) , on a bien pour Ro = 1MΩ et Rs = 9 MΩ, un rapport de réduction de 1/10.

La sonde de rapport 1/10 comporte aussi plusieurs condensateurs et résistances réglables pour donner une réponse correcte (i.e. un gain constant de 1/10 ∀ *f < BPsonde*). Habituellement, seul le réglage BF est accessible (calibration avec onde carrée à 1 kHz), parfois on peut aussi effectuer un réglage HF [2] (calibration avec onde carrée à 1 MHz)

Le réglage de la sonde étant effectué (gain constant de 1/10 ∀*f < BPsonde*), on démontre facilement que Cs doit vérifier la relation suivante: Rs Cs = Ro (Co + Cs) soit Cs = Co / 9 . Pour Co = 25 pF , on obtient Cs = 2.7 pF.

L’impédance d’entrée de l’ensemble sonde + oscillo est alors donnée par Re // Ce (cf figure 2) où Ce = Co / 10 et Re = 10 Ro. La résistance d’entrée est alors de 10 MΩ et la capacité d’entrée de 3 pF . Avec une sonde de rapport 1, Re = 1 MΩ, et Ce ≈ 25pF, le circuit est donc moins chargé lorsque l’on réalise une mesure avec une sonde 1/10 .

## Bande passante et temps de montée.

Une sonde possède une bande passante limitée. La bande passante de la sonde BPsonde et son temps de montée entre 10% et 90% tmsonde sont reliés par l’expression suivante:

tm (ns) = 350/ *BP*(MHz) soit tm = 3.5 ns pour *BP* = 100 MHz

La bande passante et le temps de montée mesurés dépendent des performances de la sonde et de l’oscillo, d’une façon générale, si BPsonde =100 Mhz et si BPoscillo =100 Mhz, alors BPsonde+oscillo <100 Mhz

La formule suivante permet de calculer le temps de montée effectif tm à partir de la mesure effectuée tmesuré :

tm2 = tmesuré2 - toscillo2 - tsonde2 où toscillo2  est le temps de montée de l’oscilloscope.

Pour éviter les effets d’antennes, il est nécessaire d’utiliser un câble blindé pour relier le circuit à l’oscilloscope, c’est un des rôles de la sonde.

## Remarque.

Ce type de sonde n’assure aucun isolement galvanique.

# Autres sondes

## Sonde à FET

sonde active, utilisation jusqu’à 650 Mhz, capacité d’entrée faible (jusqu’à 1.4 pF)

## Sonde de courant

un capteur à effet hall réalise une transformation courant-tension [3] [5], Elle réalise un isolement galvanique.

## Sondes de tensions (amplificateur d’isolement)

Elle permet grâce à des étages d’entrée de haute impédance (où par couplage optique[4]) de réaliser une mesure différentielle isolée. Calibres usuels 1:1, ÷ 20, ÷ 200.

# Bibliographie.

[1] L’ABC des oscilloscopes doc Fluke. ref bibli EN’95

[2] Notice technique Oscillo Hameg HM 1007. (salle de TP)

[3] p172 « Electrotechnique de puissance et Electrotechnique 2, Nouveaux problèmes corrigées », P. Costa, V. Boitier, Ed Ellipses, 1997.

[4] «Construction d’un capteur de tension isolé», p50 revue 3EI n° 8, ISSN 1252-770X, en biblio agreg.

[5] «Capteur de courant utilisant l’effet Hall», p62 revue 3EI n° 13, ISSN 1252-770X, en biblio agreg.

[6] «Electronique pratique», p 103 , J.M. Fouchet, A Perez-Mas, Ed Dunod, 1986