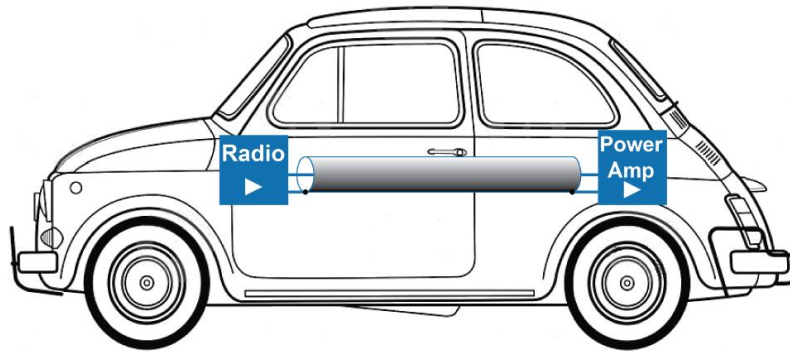


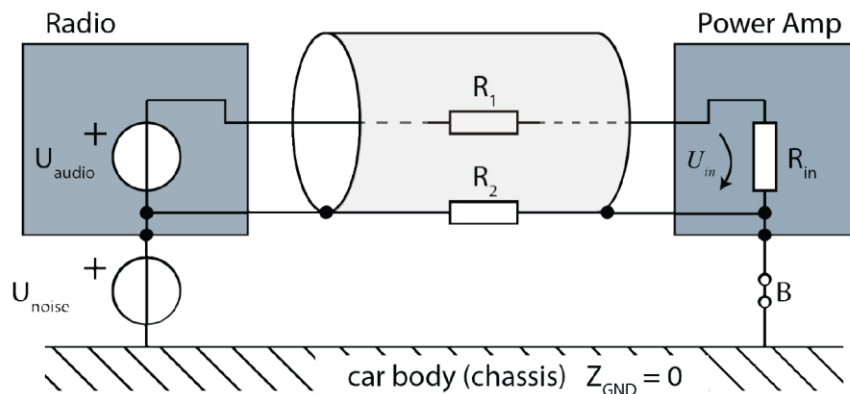
Exercice 1 (Layout, 20 points)


Antonio vient d'installer un amplificateur audio de puissance à l'arrière de sa nouvelle voiture, et l'a connecté à la radio à l'aide d'un câble coaxial. L'amplificateur de puissance alimente un grand haut-parleur. Pour simplifier, nous admettons un système mono (un seul canal audio).

Malheureusement, Antonio rencontre beaucoup d'interférence dans son système, due à du bruit électrique émis par le moteur de la voiture, et couplé au câble coaxial. Il vous demande conseil.

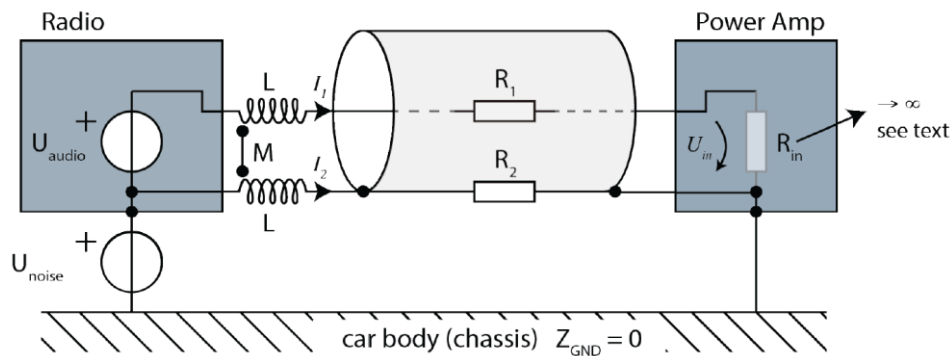
Le schéma équivalent simplifié du système se présente comme suit: R_1 et R_2 sont les résistances du câble.

Admettons que le châssis de la voiture soit un conducteur parfait ($Z_{\text{GND}} = 0$):



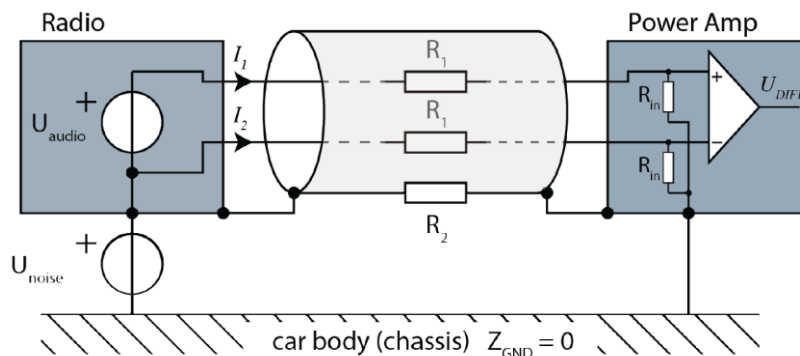
- Calculer la tension de bruit U_+ , générée à l'entrée de l'amplificateur en absence de signal audio ($U_{\text{audio}} = 0$). (3 points)
- Lorsqu'on interrompt la connexion GND au point B, le problème semble se résoudre.
 - Expliquer pourquoi ?
 - Mais pourquoi est-ce qu'en général cela n'est pas une solution recommandée pour des fréquences plus élevées ? (2 points)
- Que signifie le terme d' "impédance de transfert du câble" (Z_{transfer}) et quel problème supplémentaire arrivera dans le circuit de la figure ci-dessus, si le câble possède $Z_{\text{transfer}} \neq 0$? (3 points)

Une amélioration possible du schéma électrique consiste en l'ajout d'une inductance de mode commun (avec $L=M$):



- d) Déterminer la tension de bruit U_+ , générée à l'entrée de l'amplificateur par ce circuit, en l'absence de signal audio ($U_{\text{audio}} = 0$) et en supposant un signal sinusoïdal pour U_{noise} . Pour la simplicité, admettons que l'impédance d'entrée de l'amplificateur de puissance est très grande ($R_{\text{in}} \rightarrow \infty$, donc $I_1 \approx 0$).
Aide: déterminer d'abord I_2 , puis, avec cette information, trouver la chute de tension sur l'enroulement supérieur de l'inductance de mode commun...
Est-ce que l'ajout de l'inductance de mode commun apporte une quelconque amélioration comparé au cas où elle n'est pas ajoutée ? (5 points)
- e) Est-ce que la présence de l'inductance de mode commun va affecter le signal audio (U_{audio}) délivré à l'amplificateur de puissance dans la figure ci-dessus (admettons $R_{\text{in}} \rightarrow \infty$) ? (2 points)

Une autre amélioration consiste à adopter un autre type de câble et à utiliser une entrée différentielle à l'amplificateur de puissance:



- f) Expliquer en vos propres mots, pourquoi dans ce cas l'effet de la source de bruit U_{noise} is totalement supprimé à la sortie U_{DIFF} de l'amplificateur différentiel ? (2 points)

Condensateurs de découplage

- g) Broadcom®, un fabricant de circuit intégrés Gigabit Ethernet émet la recommandation suivante pour le choix de condensateurs de découplage dans les applications avec leurs ICs:

"Utiliser la valeur de capacité la plus large possible pour une taille de condensateur céramique donnée, p.ex. $1\mu\text{F}$ ".

Cocher tous les commentaires corrects pour cette application: (3 points)

Name

Last name

Vorname

First name

-
- ☐ Le découplage de circuits Ethernet est seulement critique aux fréquences basses, ce qui nécessite de grands condensateurs.
 - ☐ Plus le Z (= l'impédance) d'un condensateur est petite à une fréquence désirée, et mieux cela vaut.
 - ☐ Dans cette application, le condensateur sera très probablement utilisé en-dessus de sa fréquence de résonance.
 - ☐ Ce qui compte le plus dans cette application, est la taille du condensateur, et pas sa valeur de capacité.
 - ☐ La valeur de capacité est importante essentiellement en-dessous de la fréquence de résonance.
 - ☐ Plus la fréquence de résonance du condensateur est basse, et mieux cela vaut.