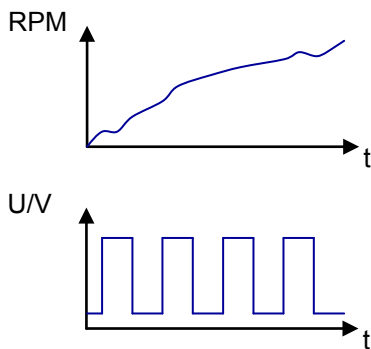


Traitement d'impulsions dans ArtemiS

ArtemiS propose à l'utilisateur de nombreuses analyses dont les résultats sont calculés et représentés par rapport à la vitesse de rotation et non par rapport au temps (par exemple, FFT vs. réf., Spectre d'ordre vs. réf). Le calcul de ces analyses nécessite une information concernant la vitesse de rotation momentanée. Cette information peut être enregistrée et sauvegardée de trois manières différentes :

00011100001100001111000



1. Voie d'impulsions

Le signal d'impulsions est enregistré par l'intermédiaire d'une entrée d'impulsions séparée du matériel d'enregistrement. Seuls deux états sont alors sauvegardés : « 0 » et « 1 ».

2. Stockage direct

La vitesse de rotation est sauvegardée directement dans une voie. Pour pouvoir réaliser un enregistrement de ce type, le périphérique doit disposer d'une entrée DC.

3. Signal de déclenchement (« trigger »)

Comme avec la voie d'impulsions, la vitesse de rotation peut, elle aussi, être enregistrée comme signal d'impulsions. Le signal n'est cependant pas stocké comme signal bit logique (« 0 », « 1 »), mais comme courbe de tension.

Figure 1: Stockage de l'information tachymétrique

Vous trouverez une description détaillée des avantages et des inconvénients ainsi que de l'utilisation de ces différentes possibilités de stockage dans la section intitulée « Quantité de référence / grandeur / vitesse de rotation » de l'aide en ligne d'ArtemiS.

Cette Application Note décrit les particularités intervenant lors du stockage de l'information dans une voie d'impulsions, ainsi que la logique TTL, les sources d'erreurs et les impulsions manquantes lors de l'acquisition de la vitesse de rotation.

Logique TTL

HEAD acoustics propose des frontaux d'acquisition comme le SQadriga qui disposent d'entrées d'impulsions séparées, en plus des entrées permettant de brancher des capteurs tels que des microphones et des accéléromètres. Ces entrées permettent de brancher des capteurs tachymétriques qui fournissent un signal compatible avec la logique TTL. TTL signifie Transistor-Transistor-Logik et décrit une forme de signal comme celle représentée sur la figure 2.

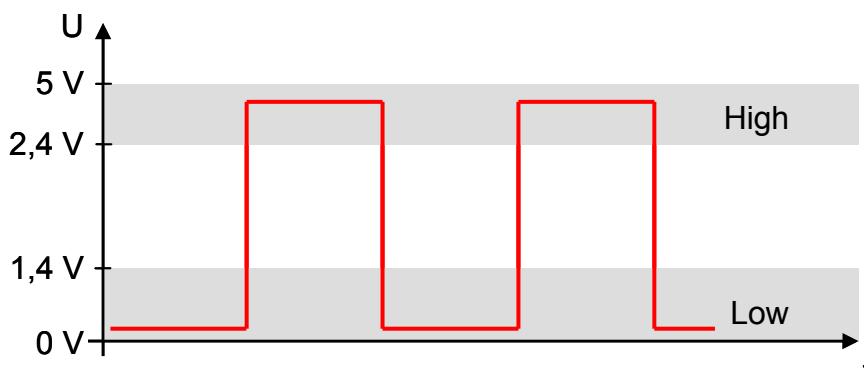


Figure 2 : Exemple de signal TTL

Un signal d'impulsions compatible avec la logique TTL de ce type est par exemple sauvegardé comme « voie d'impulsions » (voir ci-dessous) dans un bit du signal audio. Seuls deux états peuvent alors être acquis : « Low » ($\hat{=}$ « 0 ») et « High » ($\hat{=}$ « 1 »). Le SQquadriga reconnaît les tensions comprises entre 0 et 1,4 V comme étant basses (« Low ») et les tensions comprises entre 2,4 V et 5 V comme étant hautes (« High »).

Ces signaux sont ensuite convertis en une information tachymétrique en fonction du paramétrage réalisé dans ArtemiS. Les configurations possibles sont décrites dans les rubriques « Quantité de référence / grandeur / vitesse de rotation » et « Voies virtuelles et impulsions » dans l'aide en ligne d'ArtemiS.

Un signal d'impulsions compatible TTL nécessite par exemple l'utilisation des frontaux d'acquisition de HEAD acoustics suivants : SQquadriga, Octobox et HMS III/IV. Les frontaux tels que SQLab III et DATaRec 4 peuvent, eux aussi, traiter des signaux carrés avec d'autres limites de tension.

Sources d'erreurs lors de l'acquisition d'impulsions

Si l'information tachymétrique est présente sous forme de signal d'impulsions, la vitesse de rotation momentanée doit aussi être calculée. Pour cela, la durée Δt s'écoulant entre deux flancs croissants¹ est déterminée (voir figure 3) et la vitesse de rotation momentanée est déterminée avec la formule suivante :

$$\text{Vitesse de rotation} = 60 \cdot \frac{1}{\Delta t} \cdot \frac{1}{\text{Facteur impulsion}}$$

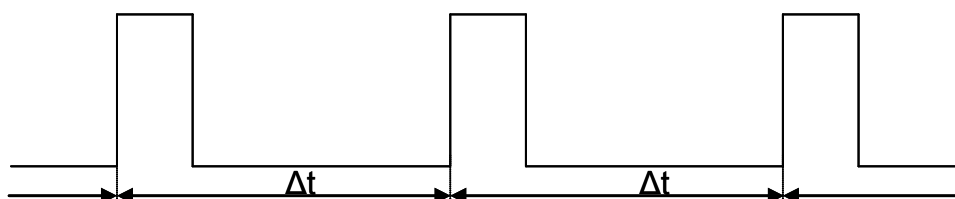


Figure 3 : Signal d'impulsions analogique

¹ Il est également possible d'utiliser le flanc décroissant pour le calcul, voir « Préparation des grandeurs de référence » dans l'aide en ligne d'ArtemiS.

Le terme $1/\Delta t$ permet de déterminer le nombre d'impulsions par seconde (fréquence d'impulsions) et le facteur 60, de convertir ce nombre en impulsions par minute. Cette valeur doit ensuite être divisée par le facteur d'impulsions qui détermine le nombre d'impulsions par rotation devant être enregistré. On obtient alors la vitesse de rotation momentanée avec pour unité, [tours/min]. Plus la durée Δt peut donc être déterminée avec précision, plus on peut aussi calculer la vitesse de rotation momentanée avec précision.

Dans le traitement du signal numérique, on n'analyse cependant pas le signal d'impulsions analogique, mais les valeurs discrètes du signal qui a été échantillonné avec un taux d'échantillonnage f_s défini. En cas de stockage comme voie d'impulsions, les valeurs d'échantillonnage sont un signal d'1 bit prenant soit la valeur « 0 », soit « 1 ». La figure 4 représente le codage du signal d'impulsions en voie d'impulsions numérique.

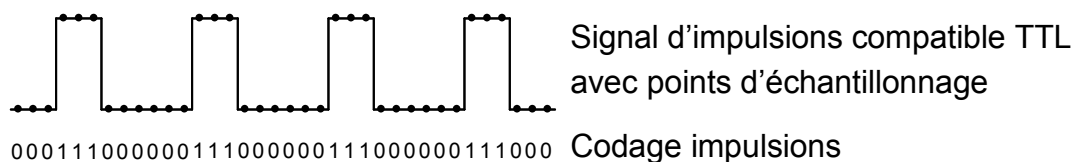


Figure 4 : Échantillonnage et codage de la vitesse de rotation comme voie d'impulsions

La figure 5 comprend trois exemples d'échantillonnage d'un signal d'impulsions représentés avec des taux d'échantillonnage différents. La position des échantillonnages est indiquée par un point. Le taux d'échantillonnage est en décroissance constante du premier au troisième exemple. Pour déterminer la durée Δt , on compte les points d'échantillonnage qui se trouvent entre deux sauts « 0 » -> « 1 », c'est-à-dire,

$$\Delta t = n \cdot \frac{1}{f_s}$$

On reconnaît nettement que la précision avec laquelle Δt est déterminée dépend directement du taux d'échantillonnage. Plus le taux d'échantillonnage est bas par rapport à la fréquence d'impulsions, moins la durée Δt est déterminée avec précision. Si le taux d'échantillonnage n'est pas assez élevé, la vitesse de rotation momentanée ne sera pas calculée correctement. Dans la partie centrale de la figure 5, Δt est une fois égale à $7/f_s$ et une fois à $8/f_s$, bien que la distance entre les flancs soit équidistante dans le signal d'impulsions analogique. La vitesse de rotation momentanée calculée commute donc en permanence entre deux ou plusieurs valeurs (ce que l'on appelle l'« effet de gigue »). Cette erreur est due au fait que le taux d'échantillonnage est trop faible.

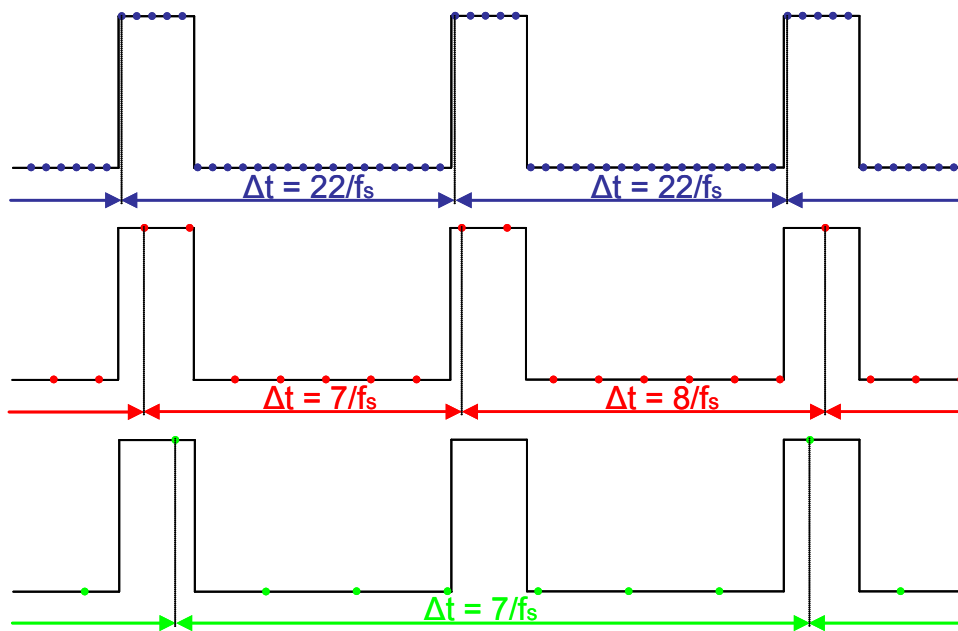
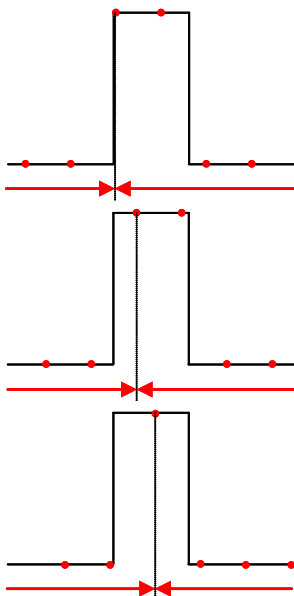


Figure 5 : Signal d'impulsions échantillonné avec différents taux d'échantillonnage

Dans l'exemple du bas représenté dans la figure 5, le taux d'échantillonnage est même si bas que certaines impulsions n'ont pas pu être détectées ni analysées, ce qui entraîne une durée Δt bien trop grande et un calcul de la vitesse de rotation correspondant incorrect.

L'échantillonnage du signal entraîne une erreur systématique car le moment du flanc dans le signal d'impulsions ne peut plus être déterminé avec précision.



Cette erreur systématique est décrite sur la figure 6. Une impulsion est échantillonnée avec le même taux d'échantillonnage f_s , mais à des moments différents. Le moment déterminé par le saut « 0 » -> « 1 », servant de base pour déterminer la durée Δt , se situe dans l'exemple du haut presque exactement sur le flanc croissant du signal analogique, sur l'exemple du milieu et celui du bas, le moment se déplace cependant de plus en plus vers l'arrière. L'erreur maximale pour localiser le flanc croissant peut être exprimée par le taux d'échantillonnage et est égale à $\frac{1}{f_s}$.

Plus le taux d'échantillonnage est bas par rapport à la fréquence d'impulsions, plus cette valeur est grande ou plus le taux d'échantillonnage est élevé, plus l'effet de gigue est réduit.

Figure 6 : Échantillonnage d'un signal d'impulsions

Il faut en plus veiller à ce que les écarts entre les points d'échantillonnage soient beaucoup plus petits que la largeur d'impulsion du signal. C'est en effet la seule manière de garantir que toutes les impulsions soient échantillonnées, contrairement à l'exemple du bas de la figure 5 dans lequel un certain nombre d'impulsions n'a pas été pris en compte.

Il peut être dans certains cas judicieux de choisir un taux d'échantillonnage plus élevé pour la voie d'impulsions que pour les voies audio. Si on a par exemple uniquement enregistré des voies d'accélération, pour lesquelles un taux d'échantillonnage de 8 kHz seulement suffirait, il est recommandé d'en choisir un plus élevé pour échantillonner la voie d'impulsions (il s'agit alors d'un « sur-échantillonnage »). Avec le module DIC6B du DATaRec4, on peut par exemple échantillonner les entrées d'impulsion avec un taux 16 ou 32 fois plus élevé que les autres voies audio. On peut cependant éventuellement obtenir une fréquence d'impulsions très élevée selon la configuration de la mesure. C'est par exemple le cas si le signal d'impulsions servant à calculer la vitesse de rotation d'un moteur tournant à 6 000 tours/minute, est échantillonné avec une roue dentée comportant 360 dents et que la configuration de la mesure a été conçue de manière à ce que chaque dent fournisse une impulsion. Avec une configuration de ce type, on obtiendrait une fréquence d'impulsions égale à 36 000 impulsions/seconde. Seul un matériel spécial permettrait de fournir le taux d'échantillonnage suffisamment élevé pour obtenir cette fréquence d'impulsions. S'il n'est pas disponible, la configuration de la mesure doit être modifiée afin d'engendrer une fréquence d'impulsions plus basse.

Une configuration de mesure fournissant une fréquence d'impulsions trop faible peut également entraîner des erreurs. Une fréquence d'impulsions trop faible signifie que les impulsions sont trop espacées dans le temps. L'affichage de la vitesse de rotation serait dans ce cas trop lent et donc, imprécis. La lenteur de cette vitesse de rotation aurait aussi des conséquences sur l'affichage en temps réel des analyses réalisées par rapport à la vitesse de rotation dont les résultats ne pourraient être affichés qu'en différé. La majorité des logiciels d'enregistrement et d'analyse dispose donc d'une fréquence limite inférieure définie dans le code du programme (par exemple 1 Hz dans le HEAD Recorder). Dès que la fréquence d'impulsions tombe en-dessous de la fréquence limite, donc que les impulsions sont très espacées, le logiciel indique une vitesse de rotation de 0 tour/minute.

Lacunes de l'acquisition tachymétrique (par exemple en raison de dents manquantes)

Dans le secteur automobile, on est régulièrement confronté à des cas dans lesquels il manque une ou deux dents à une roue d'engrenage, par exemple pour marquer le point mort haut. Lorsque l'on réalise une acquisition de la vitesse de rotation sur une roue de ce type, le calcul de la vitesse de rotation est en principe erroné. Les impulsions manquantes ne sont en premier lieu pas identifiées comme telles, mais plutôt comme une chute soudaine de la vitesse de rotation. (Voir figure 7).

Dans ArtemiS, on peut néanmoins éviter ces erreurs en choisissant les paramètres appropriés pour calculer la vitesse de rotation momentanée. Il suffit pour cela de sélectionner l'onglet « Voies virtuelles d'impulsions » (« Digital Channel Attributes ») dans le dialogue d'informations sur les données (dialogue « Data Set Info ») du fichier.²

² Pour ouvrir le dialogue d'information sur les données, il faut tenir appuyé la touche [Maj] (angl. [Shift]) en même temps que le bouton « Infos sur les données » (angl. « Dataset Info ») de la page des propriétés du segment temporel est sélectionné.

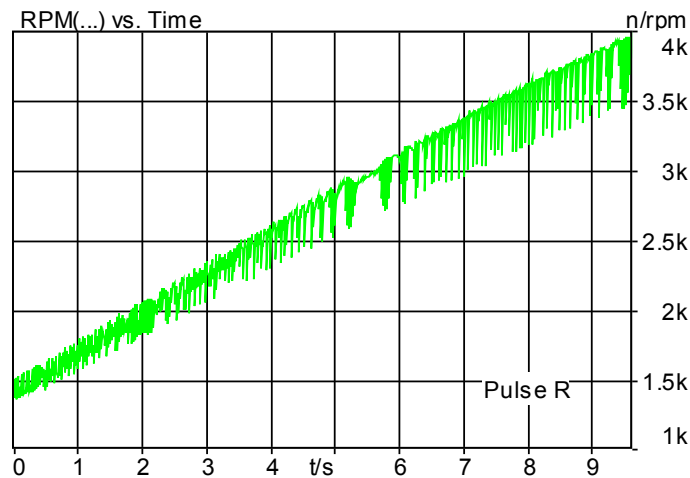


Figure 7 : Calcul non corrigé de la vitesse de rotation avec impulsions manquantes

Les entrées des champs « Facteur d'impulsions » et « Pas d'impulsion » (« Pulse factor » et « Pulse step ») doivent être dans ce cas de figure adaptés l'un à l'autre comme suit :

Ouvrez le dialogue permettant de définir le facteur d'impulsion et l'unité de la grandeur en double-cliquant sur le champ « Facteur d'impulsions ». Entrez la valeur dans le champ « Impulsions par tour ». Si une roue d'engrenage comporte 60 dents, mais que deux dents manquent pour indiquer le point mort haut, vous devez alors entrer ici le chiffre « 58 ». Vous devez également entrer le chiffre « 58 » dans le champ « Étape d'impulsion ». Le calcul de la vitesse de rotation sera ainsi moyenné sur 58 impulsions, sans que les deux impulsions manquantes ne soient prises en compte (voir figure 8). Contrairement à un signal non corrigé, un signal tachymétrique corrigé de cette manière est parfaitement approprié au calcul d'analyses réalisées par rapport à la vitesse de rotation.

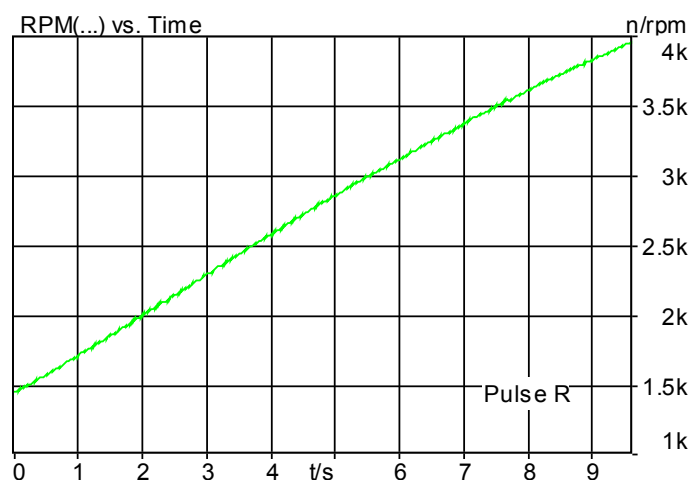


Figure 8 : Calcul corrigé de la vitesse de rotation avec impulsions manquantes

Avez-vous une question à poser à l'auteur de cet article ? Écrivez-nous : imke.hauswirth@head-acoustics.de.

Nous serons heureux de lire vos réactions !