



# Attaque de commandes radios

RÉSIST

4 octobre 2016

Presented by  
Yves Rüttschlé



Les grues et leurs télécommandes

Les Software Defined Radios

Fondamentaux du traitement de signal et des transmissions radio

Transformée de Fourier et spectre

Modulations

Transposition de fréquence

Travaux pratiques!

Conséquences sur le risque

# Plan



Les grues et leurs télécommandes

Les Software Defined Radios

Fondamentaux du traitement de signal et des transmissions radio

Travaux pratiques!

Conséquences sur le risque

## Pourquoi cette idée?

Au cours d'analyses de risques en usine, on constate l'utilisation courante de télécommandes radio. Personne ne sait vraiment nous dire comment elles fonctionnent.

## Pourquoi utiliser des commandes radios?

- ▶ Moins de câblages
- ▶ Opérateur plus proche de la charge

Pas que en usine: les ponts roulants et grues de ports fonctionnent sans doute également avec ça.

## La grande question

Quel est le niveau de sécurité?

# Notre mission...

Connaissant uniquement la marque d'une grue...



Voir ce qu'on arrive à trouver en temps et argent limité

# Se procurer une télécommande

En fait, il y a plein de fabricants de télécommandes qui s'adaptent à toutes les marques de grues. On en trouve facilement sur Internet:

## Quelques exemples

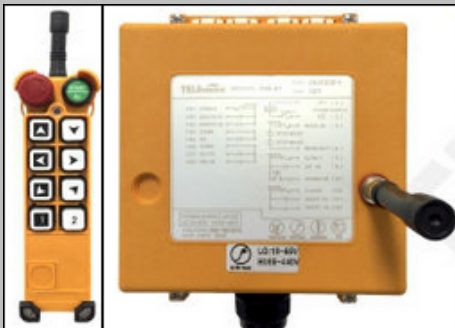
- ▶ Autec Dynamic Radio System , 863-870MHZ, Channel spacing: 25kHz.
- ▶ Konductix , 433.05 — 434.5MHz, 70 channels with 25kHz spacing.
- ▶ Telecontrol F21 , \$81.50
- ▶ Telecontrol F23 , 310—331MHz, 425–446MHz, '32 bits safety code', \$100.
- ▶ Telecontrol F26 Konecrane , 310—331MHz, 425–446MHz, '32 bits safety code' \$150.

# And the winner is...

## Telecontrol F26 Konecrane

- ▶ Konecrane utilisé par nos clients
- ▶ Disponible 'facilement' sur Internet

### L'appareil...

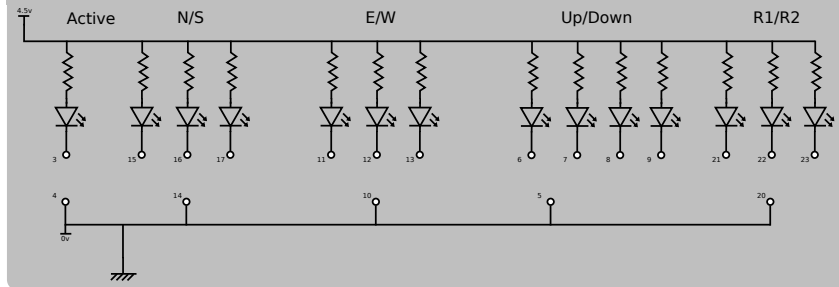




# Comment ça marche?

À l'oreille, c'est des relais.

Notre grue représentative...





# Plan



Les grues et leurs télécommandes

Les Software Defined Radios

Fondamentaux du traitement de signal et des transmissions radio

Travaux pratiques!

Conséquences sur le risque



# SDR: qu'est-ce que c'est?

- ▶ Matériel générique limité à un ADC/DAC
- ▶ Connecté à un PC par USB
- ▶ Modulations, démodulation tout réalisé en software
- ▶ Plus souple que composants discrets: le FPGA de la radio
- ▶ Inconvénient: la latence est plus importante

# SDR: Le HackRF



Pour 300€ sur site radio-amateurs



1MHz à 6Ghz, RX et TX

Il y en a d'autres (clés TNT, USRP d'Ettus)

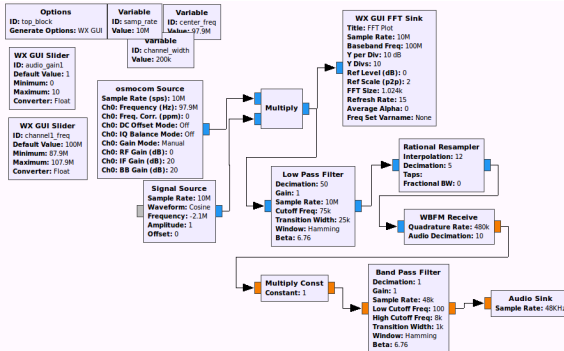


# Gnu Radio

- ▶ Le logiciel de SDR le plus courant
- ▶ Logiciel libre
- ▶ Bas niveau en C++
- ▶ Haut niveau en Python

Gnu Radio Companion génère le Python à partir d'un schéma

Exemple: une radio FM



# SDR



Software Defined Radio: Remplacer une radio à 3€ par 1000€ de matériel



# Plan

Les grues et leurs télécommandes

Les Software Defined Radios

**Fondamentaux du traitement de signal et des transmissions radio**

Transformée de Fourier et spectre

Modulations

Transposition de fréquence

Travaux pratiques!

Conséquences sur le risque

# Plan

Les grues et leurs télécommandes

Les Software Defined Radios

Fondamentaux du traitement de signal et des transmissions radio

Transformée de Fourier et spectre

Modulations

Transposition de fréquence

Travaux pratiques!

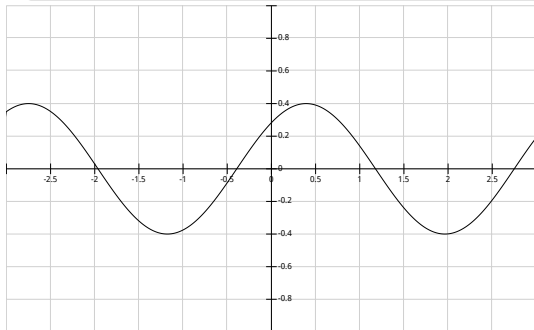
Conséquences sur le risque

# Transformée de Fourier et spectre

## Formule générale d'un signal sinusoidal

$$s(t) = A.\sin(\omega t + \phi)$$

- ▶  $A$ : amplitude
- ▶  $\omega$ : "pulsation" (équivalente à la fréquence:  $\omega = 2\pi f$ )
- ▶  $\phi$ : déphasage



Exemple:  
 $0.4\sin(2t + \frac{\pi}{4})$



# Série de Fourier



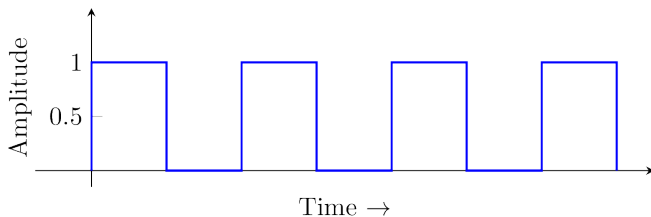
## Série de Fourier

$$s_f(t) = \sum_{i=1}^{\infty} A_i \sin(i.\omega.t)$$

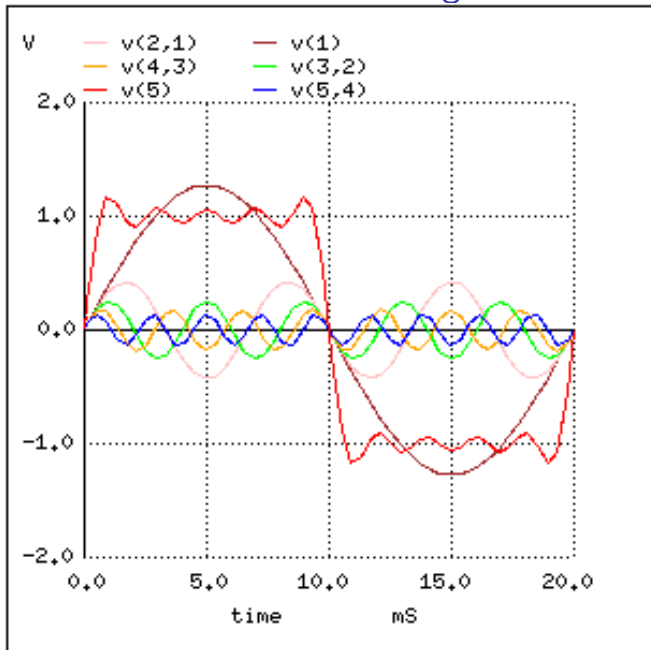
Tout signal périodique est transformable en une somme de fonctions trigonométriques

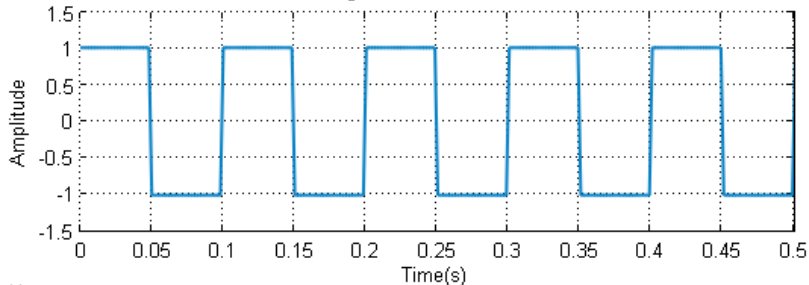
# Transformée de Fourier d'un signal carré

Square wave

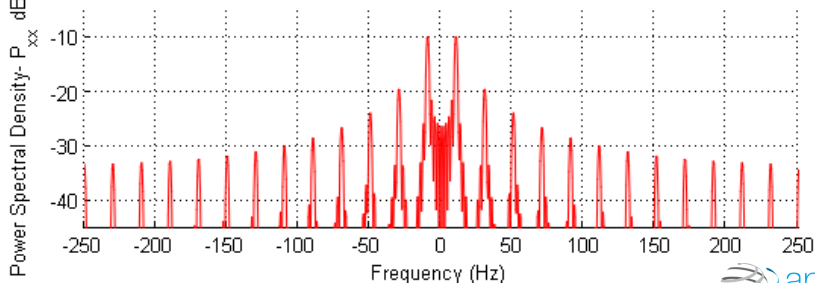


# Transformée de Fourier d'un signal carré



Square Wave  $f=10\text{Hz}$ 

Double Sided Power Spectral Density



# Plan



Les grues et leurs télécommandes

Les Software Defined Radios

**Fondamentaux du traitement de signal et des transmissions radio**

Transformée de Fourier et spectre

**Modulations**

Transposition de fréquence

Travaux pratiques!

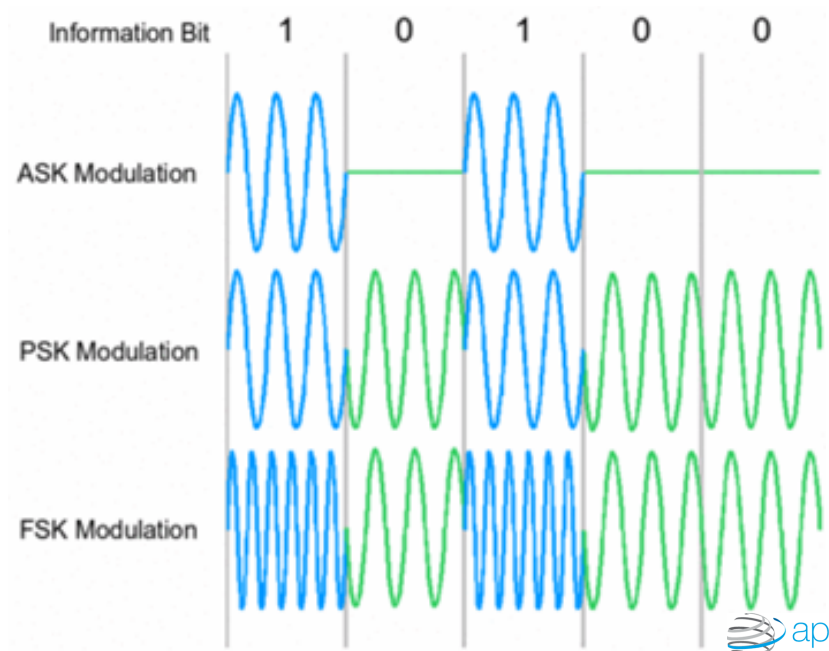
Conséquences sur le risque

Comment transporter de l'information sur une onde?

$$s(t) = A.\sin(\omega t + \phi)$$

- ▶ Modulation d'amplitude:  $s(t) = A(t).\sin(\omega t)$
- ▶ Modulation de fréquence:  $s(t) = A.\sin(\omega(t)t)$
- ▶ Modulation de phase:  $s(t) = A.\sin(\omega t + \phi(t))$

# Modulations





# Plan

Les grues et leurs télécommandes

Les Software Defined Radios

**Fondamentaux du traitement de signal et des transmissions radio**

Transformée de Fourier et spectre

Modulations

**Transposition de fréquence**

Travaux pratiques!

Conséquences sur le risque





# Transposition de fréquence

But: Déplacement d'un signal d'une fréquence à une autre.

## Rappel de terminale

$$\cos(a).\cos(b) = \frac{1}{2}[\cos(a + b) + \cos(a - b)]$$

Il suffit de multiplier par une sinusoïde à une certaine fréquence.  
Pour des signaux:

## Transposition de fréquence

$$\cos(\omega_1 t).\cos(\omega_2 t) = \frac{1}{2}[\cos((\omega_1 + \omega_2)t) + \cos((\omega_1 - \omega_2)t)]$$

# Plan



Les grues et leurs télécommandes

Les Software Defined Radios

Fondamentaux du traitement de signal et des transmissions radio

**Travaux pratiques!**

Conséquences sur le risque

# Travaux pratiques!

- ▶ Recherche des fréquences: Gnuradio-Companion
- ▶ Démodulation
- ▶ Sauvegarde de trame
- ▶ Visualisation des données: kst2
- ▶ Modulation et rejeu

# Plan

Les grues et leurs télécommandes

Les Software Defined Radios

Fondamentaux du traitement de signal et des transmissions radio

Travaux pratiques!

Conséquences sur le risque

# Qu'est-ce que ça change?

Attaque de systèmes radios devient assez facile. La distance n'est pas forcément une protection (attaque montable sur un drone).  
Pour les ayatolchs de l'analyse de risque:

## Potentialité d'une attaque radio

Catégorie	Ancienne potentialité	Nouvelle potentialité
Niveau d'attaquant	Expert	'Proficient'
Équipement	Spécifique	Spécialisé

# Comment se protéger?

## Recherche

Détection d'émissions non autorisées en se basant sur les variations de composants (variations de timing ou de puissance)

## Sécuriser la commande

Approcher les constructeurs de télécommandes, car des solutions existent: rolling codes avec appariement, employés sur les voitures et volets électriques.

Ces solutions existent depuis longtemps (clé de 206 de 2001).

# Questions?

