

## **Resum**

Aquest projecte tracte de l'anàlisi de les vibracions dels amortidors quan passen per sobre de bandes reductores de velocitat amb dos cotxes diferents, consta de un recull de dades amb un programa anomenat db Trail on hem pogut identificar les pertorbacions causades en els amortidors, un cop això s'ha fet ja podem distingir exactament quina vibració la causa la banda o bé un canvi de velocitat o el relleu del paviment, un cop això es sap es pot calcular el temps de oscil·lació de l'amortidor i de això en podem treure que si és el mateix un cotxe de un altre podríem pensar que tots els cotxes respondrien igual, ara només faltaria buscar un sistema per millorar l'actual.

## **Resumen**

Este proyecto trata del análisis de las vibraciones de los amortiguadores cuando pasan por encima de bandas reductoras de velocidad con dos coches distintos, consta de una recopilación de datos con un programa llamado db Trail donde hemos podido identificar las perturbaciones causadas en los amortiguadores, una vez esto se ha hecho ya podemos distinguir exactamente qué vibración la causa la banda o un cambio de velocidad o el relieve del pavimento, una vez esto se sabe se puede calcular el tiempo de oscilación del amortiguador y de ello podemos sacar que si es lo mismo un coche de otro podríamos pensar que todos los coches responderían igual, ahora sólo faltaría buscar un sistema para mejorar el actual.

## **Abstract**

This project is the analysis of vibration dampers when bands go over speed bumps, consists of a collection of data with a program called db Trail where we could identify the disturbance on the cushions, 'once this has already we can tell exactly what caused the band vibration or a gear shift over from the pavement, once this is known one can calculate the time of oscillation of the shock and it can draw the same thing if a car one might think that all cars respond the same, now would be missing only seek to improve the current system.



Índex	
<b>Índex de figures.</b>	<b>III</b>
<b>Índex de taules.</b>	<b>VII</b>
<b>Glossari de termes.</b>	<b>IX</b>
<b>1. Objectius.</b>	<b>1</b>
1.1. Propòsit.	1
1.2. Finalitat.	1
1.3. Objecte.	1
1.4. Abast.	1
<b>2. Recollida de dades.</b>	<b>3</b>
2.1. Dades Inicials	3
2.2. Localització	3
2.3. Croquis del tram de proves i mides de les bandes.	4
2.3.1 Taules de pas per trams i relleus	4
<b>3. Identificació de bandes i elevacions del paviment.</b>	<b>7</b>
3.1. Identificació de les bandes en les gràfiques del Volkswagen Golf ...	8
3.2. Identificació de les gràfiques del Citroën C5.	12
<b>4. Detecció del període i freqüència de ressonància</b>	<b>17</b>
4.1. Detecció en el Volkswagen Golf	17
4.1.1 Tram de baixada a 20 Km/h relleu 1	17
4.1.2. Tram de baixada a 20 Km/h relleu 2	19
4.1.3. Tram de baixada a 20 Km/h relleu 3	20
4.1.4. Tram de baixada a 20 Km/h relleu 5	21
4.1.5. Tram de baixada a 20 Km/h relleu 6	22
4.1.5. Tram de baixada a 40 Km/h relleu 1	24
4.1.6. Tram de baixada a 40 Km/h relleu 2	26
4.1.7. Tram de baixada a 40 Km/h relleu 3	28
4.1.5. Tram de baixada a 40 Km/h relleu 5	29
4.1.8. Tram de baixada a 40 Km/h relleu 6	31
4.1.9. Tram de baixada a 60 Km/h relleu 1	32
4.1.10. Tram de baixada a 60 Km/h relleu 2	33
4.1.11. Tram de baixada a 60 Km/h relleu 3	34

4.1.12. Tram de baixada a 60 Km/h relleu 5 .....	34
4.1.13. Tram de baixada a 60 Km/h relleu 6 .....	35
4.2. Detecció en el Citroën C5 .....	35
4.2.1 Tram de baixada a 20 Km/h relleu 1 .....	35
4.2.2 Tram de baixada a 20 Km/h relleu 2 .....	36
4.2.3. Tram de baixada a 20 Km/h relleu 3 .....	37
4.2.4. Tram de baixada a 20 Km/h relleu 5 .....	37
4.2.5. Tram de baixada a 40 Km/h relleu 1 .....	38
4.2.6. Tram de baixada a 40 Km/h relleu 2 .....	38
4.2.7. Tram de baixada a 40 Km/h relleu 3 .....	39
4.2.8. Tram de baixada a 40 Km/h relleu 5 .....	39
4.2.9. Tram de baixada a 60 Km/h relleu 3 .....	40
4.2.10. Tram de baixada a 60 Km/h relleu 5 .....	40
4.2.11. Tram de baixada a 60 Km/h relleu 6 .....	41
5. Càlculs i gràfiques.....	43
5.1. Taules de la mitjana del període i l'espai recorregut. ....	43
5.2. Taules de màxims i gràfiques. ....	45
5.2.1. Taula i gràfica Volkswagen Golf .....	45
5.2.2. Taula i gràfica Citroën C5 .....	46
5.2.3. Taula i gràfica conjuntes dels dos cotxes .....	47
6. Justificació del comportament del amortidor i el pneumàtic a velocitats altes.....	49
7. Observacions, deduccions i raonaments .....	51

## Índex de figures.

Fig. 2.1. Plano de Mataró amb la senyalització del Carrer Galícia.....	3
Fig. 2.2. Croquis del tram de proves del carrer Galícia.....	4
Fig. 3.1. Tram baixada i pujada a 20 km/h amb Volkswagen Golf.....	8
Fig. 3.2. Tram baixada a 30 km/h amb Volkswagen Golf.....	8
Fig. 3.3. Tram pujada a 30 km/h amb Volkswagen Golf.....	9
Fig. 3.4. Tram baixada a 40 km/h amb Volkswagen Golf.....	9
Fig. 3.5. Tram pujada a 40 km/h amb Volkswagen Golf.....	10
Fig. 3.6. Tram baixada a 50 km/h amb Volkswagen Golf.....	10
Fig. 3.7. Tram pujada a 50 km/h amb Volkswagen Golf.....	11
Fig. 3.8. Tram baixada parcial a 60 km/h amb Volkswagen Golf.....	11
Fig. 3.9. Tram baixada a 20 km/h amb C5.....	12
Fig. 3.10. Tram pujada a 20 km/h amb C5.....	12
Fig. 3.11. Tram baixada a 30 km/h amb C5.....	13
Fig. 3.12. Tram pujada a 30 km/h amb C5.....	13
Fig. 3.13. Tram baixada a 40 km/h amb C5.....	14
Fig. 3.14. Tram pujada a 40 km/h amb C5.....	14
Fig. 3.15. Tram baixada a 50 km/h amb C5.....	15
Fig. 3.16. Tram pujada a 50 km/h amb C5.....	15
Fig. 3.17. Tram baixada parcial a 60 km/h amb C5.....	16
Fig. 4.1. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 1.....	17
Fig. 4.2. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 2.....	17

Fig. 4.3. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 3.....	18
Fig. 4.4. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 4.....	18
Fig. 4.5. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 5.....	18
Fig. 4.6. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 6.....	19
Fig. 4.7. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 2 interval 1.....	19
Fig. 4.8. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 2 interval 2.....	20
Fig. 4.9. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 3 interval 1.....	20
Fig. 4.10. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 5 interval 1.....	21
Fig. 4.11. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 5 interval 2.....	21
Fig. 4.12. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 6 interval 1.....	22
Fig. 4.13. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 6 interval 2.....	22
Fig. 4.14. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 6 interval 3.....	23
Fig. 4.15. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 6 interval 4.....	23
Fig. 4.16. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 1.....	24
Fig. 4.18. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 2.....	24
Fig. 4.19. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 3.....	25
Fig. 4.20. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 4.....	25
Fig. 4.21. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 2 interval 1.....	26
Fig. 4.22. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 2 interval 2.....	26
Fig. 4.23. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 2 interval 3.....	27
Fig. 4.24. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 2 interval 4.....	27
Fig. 4.25. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 3 interval 1.....	28
Fig. 4.26. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 3 interval 2.....	28

Fig. 4.27. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 3 interval 3.....	29
Fig. 4.28. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 5 interval 1.....	29
Fig. 4.29. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 5 interval 2.....	30
Fig. 4.30. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 5 interval 3.....	30
Fig. 4.31. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 5 interval 4.....	30
Fig. 4.32. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 6 interval 1.....	31
Fig. 4.33. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 6 interval 2.....	31
Fig. 4.34. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 6 interval 3.....	32
Fig. 4.35. Tram baixada a 60Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 1.....	32
Fig. 4.36. Tram baixada a 60Km/h del Volkswagen Golf relleu 2 interval 2.....	33
Fig. 4.37. Tram baixada a 60Km/h del Volkswagen Golf relleu 2 interval 3.....	33
Fig. 4.38. Tram baixada a 60Km/h del Volkswagen Golf relleu 3 interval 1.....	34
Fig. 4.39. Tram baixada a 60Km/h del Volkswagen Golf relleu 5 interval 1 .....	34
Fig. 4.40. Tram baixada a 60Km/h del Volkswagen Golf relleu 6 interval 1.....	35
Fig. 4.41. Tram baixada a 20Km/h del Citroën C5 relleu 1.....	35
Fig. 4.41. Tram baixada a 20Km/h del Citroën C5 relleu 2.....	36
Fig. 4.41. Tram baixada a 20Km/h del Citroën C5 relleu 3.....	37
Fig. 4.41. Tram baixada a 20Km/h del Citroën C5 relleu 5.....	37
Fig. 4.41. Tram baixada a 40Km/h del Citroën C5 relleu 1.....	38
Fig. 4.41. Tram baixada a 40Km/h del Citroën C5 relleu 2.....	38
Fig. 4.41. Tram baixada a 40Km/h del Citroën C5 relleu 3.....	39
Fig. 4.41. Tram baixada a 40Km/h del Citroën C5 relleu 5.....	39
Fig. 4.41. Tram baixada a 60Km/h del Citroën C5 relleu 3.....	40

Fig. 4.41. Tram baixada a 60Km/h del Citroën C5 relleu 1 interval 1.....	40
Fig. 4.41. Tram baixada a 60Km/h del Citroën C5 relleu 6.....	41
Fig. 5.1. Gràfica de la relació entre l'acceleració i la velocitat en el Volkswagen Golf	45
Fig. 5.2. Gràfica de la relació entre l'acceleració i la velocitat en el Citroën C5.....	46
Fig. 5.2. Gràfica de la relació entre l'acceleració i la velocitat en el Citroën C5.....	47
Fig. 5.2. Gràfica de la relació entre l'acceleració i la velocitat en el Citroën C5.....	48
Fig.6.1 Font d' alimentació regulable 57V 1.5A .....	49



## Índex de taules.

Taula 2.1. Mides de les bandes i elevacions .....	4
Taula 2.2. Relació entre velocitats i temps salvant trams.....	4
Taula 2.3. Relació entre velocitats i temps salvant relleus.....	4
Taula 2.4. Relació entre velocitats i temps salvant relleus.....	5
Taula 5.1. Taula resum de períodes i freqüències del Citroën C5.....	43
Taula 5.1. Taula resum de períodes i freqüències del Volkswagen Golf .....	43
Taula 5.3. Taula resum de la mitjana dels períodes.....	44
Taula 5.4. Taula de relació entre velocitats i espai recorregut en un temps determinat..	44
Taula 5.6.del promig de màxims assolits en el Volkswagen Golf .....	45
Taula 5.5.del promig de màxims assolits en el Citroën C5.....	46
Taula 5.5.del promig de màxims assolits en el Citroën C5.....	47
Taula 5.7.del promig de màxims assolits dels dos cotxes .....	48



## Glossari de termes.

EUPMT	Escola Universitària Politècnica de Mataró
B1	Banda reductora de velocitat 1
B2	Banda reductora de velocitat 2
B3	Banda reductora de velocitat 3
B4	Banda reductora de velocitat 4
B5	Banda reductora de velocitat 5
B6	Banda reductora de velocitat 6
B7	Banda reductora de velocitat 7
km/h	Kilòmetres cada hora mesura de velocitat
T	Període
F	Freqüència
Hz	Hertz
ms	Milisegon
V	Velocitat
m/s	Metre cada segon, mesura de velocitat
e	Espai o distancia
db	Decibels
A	Acceleració
nF	Nano fards



# **1. Objectius.**

## **1.1. Propòsit.**

Estudi de les vibracions i el soroll en el pas per les bandes reductores de velocitat.

Estudiar l'impacte dels amortidors en contacte amb les bandes reductores de velocitat a diferents velocitats i mirar si es viable un altre sistema de reducció de velocitat que tingui un impacte acústic més moderat com a Treball/Projecte Final de Carrera de l'Escola Universitària Politècnica de Mataró.

## **1.2. Finalitat.**

Mostrar una comparació entre 2 cotxes Golf IV 1.6 105CV i Citroën C5 quan els amortidors xoquen amb les bandes a diferents velocitats i mirar si es viable un altre sistema de reducció de velocitat que tingui un impacte acústic més moderat com a Treball/Projecte Final de Carrera de l'Escola Universitària Politècnica de Mataró.

## **1.3. Objecte.**

Demostració dels efectes dels amortidors i per tant de l'impacte que pateixen els cotxes passant per les bandes reductores i relleus per el C/ Galicia de Mataró.

## **1.4. Abast.**

S'indiquen les variacions de la acceleració en els amortidors en passar per les bandes reductores de velocitat. D'aquestes variacions en traiem quin impacte o desacceleració que reben els amortidors del Citroën C5 i Golf IV 1.6 passant per el C/Galicia de Mataró i així mirar d'esbrinar si és possible un altre sistema de reducció de velocitat com per exemple dues bandes de inferior altura, una excitadora i l'altre que provoqui a una distància adequada l'impacte desitjat si es va a més velocitat del compte.



## 2. Recollida de dades.

### 2.1. Dades Inicials

Els dos cotxes amb que es faran les proves són: Un Volkswagen Golf i un Citroën C5, en principi s'ha suposat que els seus amortidors i suspensions són molt similars i això és el que voldrem corroborar. Així s'han situat a un carrer de Mataró, el carrer Galícia que presenta varies bandes reductores de velocitat.

### 2.2. Localització

La localització de l'entorn de proves és el carrer Galícia de Mataró, s'ha escollit aquest tram perquè té una gran varietat i quantitat de bandes reductores de velocitat i elevacions del paviment.

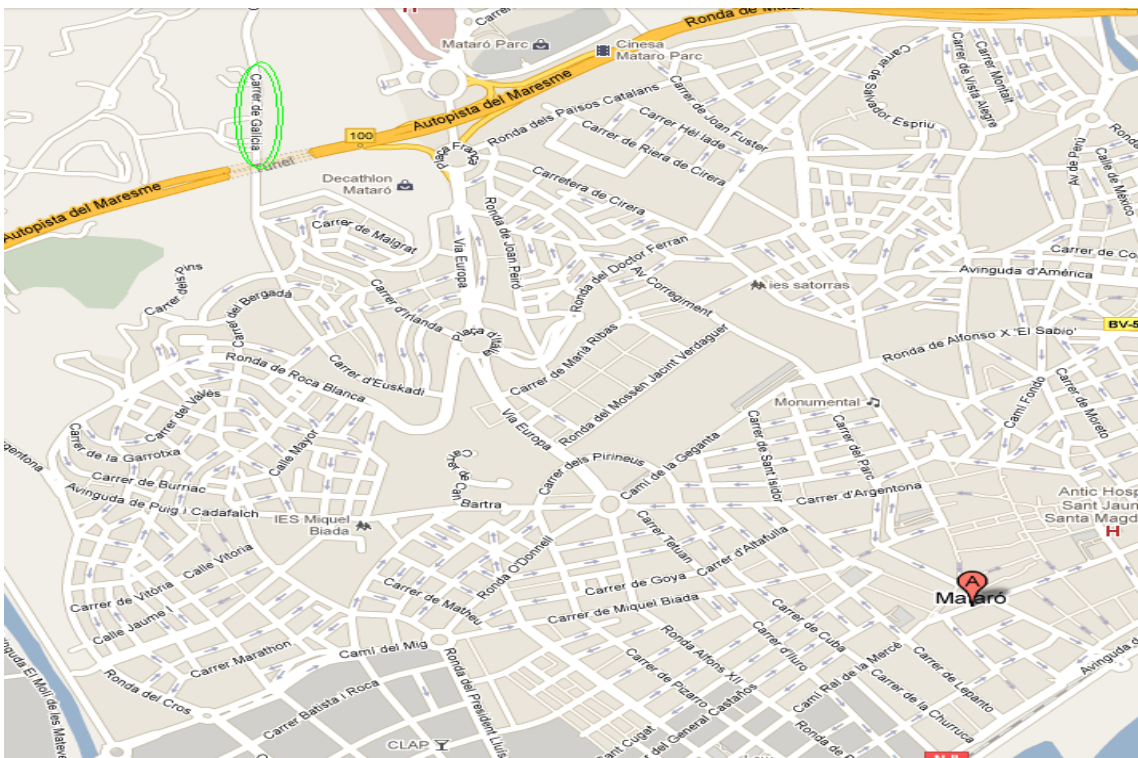


Fig. 2.1. Plano de Mataró amb la senyalització del Carrer Galícia

## 2.3. Croquis del tram de proves i mides de les bandes.

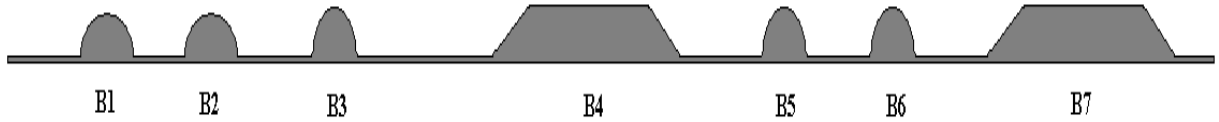


Fig. 2.2. Croquis del tram de proves del carrer Galícia

### 2.3.1 Taules de pas per trams i relleus

Utilitzant unes senzilles formules matemàtiques, es poden arribar a calcular la majoria dels càlculs de aquestes taules.

La velocitat és espai entre temps com indica la equació.

$$\text{---} \quad (2.1)$$

Relleu1	Relleu2	Relleu 3	Relleu 4	Relleu 5	Relleu 6	Relleu 7
900x50	900x50	600x65	9000x200	600x65	600x65	7500x200

Taula 2.1. Mides de les bandes i elevacions

v	d (m)tram 1-2	t (s)tram 1-2	d (m)tram 2-3	t(s)tram 2-3	d (m)tram 3-4	t (s) tram 3-4
5,5	35,2	6,4	126	22,90909091	228,4	41,52727273
8,3	35,2	4,240963855	126	15,18072289	228,4	27,51807229
11,1	35,2	3,171171171	126	11,35135135	228,4	20,57657658
13,8	35,2	2,550724638	126	9,130434783	228,4	16,55072464
16,6	35,2	2,120481928	126	7,590361446	228,4	13,75903614
v	d (m)tram 4-5	t (s) tram 4-5	d (m) tram 5-6	t (s)tram 5-6	d (m)tram 6-7	t (s)tram 6-7
5,5	72	13,09090909	39,2	7,127272727	82,5	15
8,3	72	8,674698795	39,2	4,722891566	82,5	9,939759036
11,1	72	6,486486486	39,2	3,531531532	82,5	7,432432432
13,8	72	5,217391304	39,2	2,84057971	82,5	5,97826087
16,6	72	4,337349398	39,2	2,361445783	82,5	4,969879518

Taula 2.2. Relació entre velocitats i temps salvant trams.



v	d bot 1	t (s)bot 1	d bot 2	t (s)bot 2	d bot 3	t (s) bot3
5,5	0,9	0,163636364	0,9	0,163636364	0,6	0,109090909
8,3	0,9	0,108433735	0,9	0,108433735	0,6	0,072289157
11,1	0,9	0,081081081	0,9	0,081081081	0,6	0,054054054
13,8	0,9	0,065217391	0,9	0,065217391	0,6	0,043478261
16,6	0,9	0,054216867	0,9	0,054216867	0,6	0,036144578

Taula 2.3. Relació entre velocitats i temps salvant relleus.

v	d bot 4	t (s) bot4	d bot 5	t (s) bot 5	d bot 6	t (s) bot 6	d bot 7	t (s) bot 7
5,5	9	1,636363636	0,6	0,109090909	0,6	0,109090909	7,5	1,36363636
8,3	9	1,084337349	0,6	0,072289157	0,6	0,072289157	7,5	0,90361446
11,1	9	0,810810811	0,6	0,054054054	0,6	0,054054054	7,5	0,67567568
13,8	9	0,652173913	0,6	0,043478261	0,6	0,043478261	7,5	0,54347826
16,6	9	0,542168675	0,6	0,036144578	0,6	0,036144578	7,5	0,45180723

Taula 2.4. Relació entre velocitats i temps salvant relleus.



### **3. Identificació de bandes i elevacions del paviment**

En aquest apartat s'han analitzat totes les gràfiques prèviament capturades amb el programa Db Traid i mitjançant un acceleròmetre, i si han identificat les bandes reductores de velocitat així com les elevacions de paviment per tal de tenir en compte un espectre més petit de la gràfica i a partir d'aquest punt analitzar cada una de les pertorbacions més significatives en el traçat de la prova.

Les velocitats que han sigut agafades són, 20 Km/h, 30 Km/h, 40 Km/h, 50 Km/h, 60 Km/h. Amb la particularitat que aquest tram té desnivell, per tant hi ha gràfiques de pujada i gràfiques de baixada.

### 3.1. Identificació de les bandes en les gràfiques del Volkswagen Golf

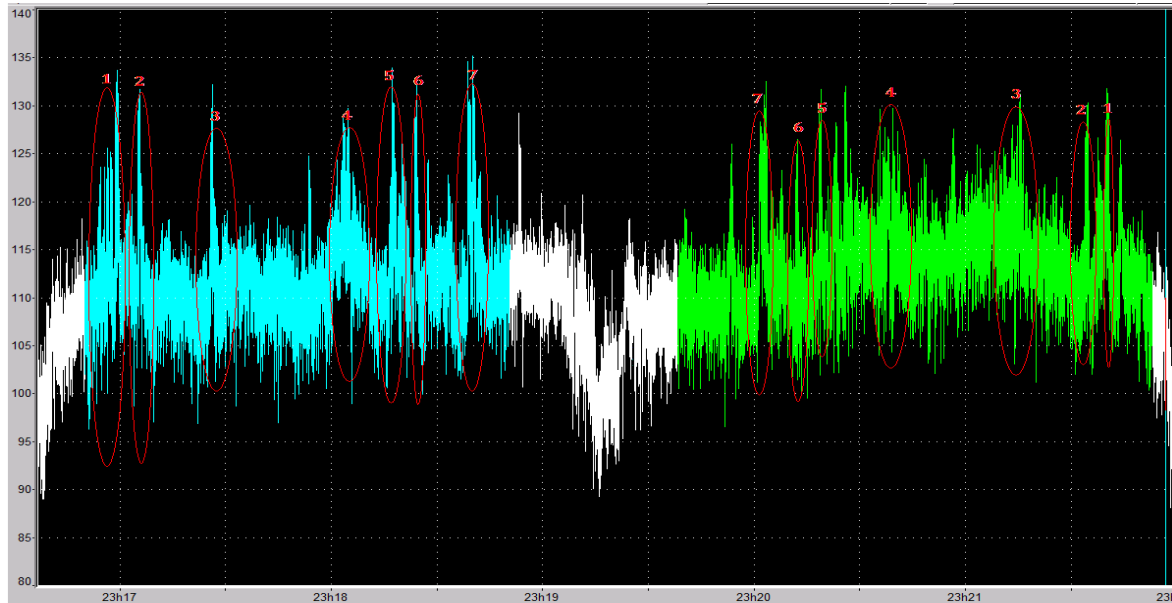


Fig. 3.1. Tram baixada i pujada a 20 km/h amb Volkswagen Golf

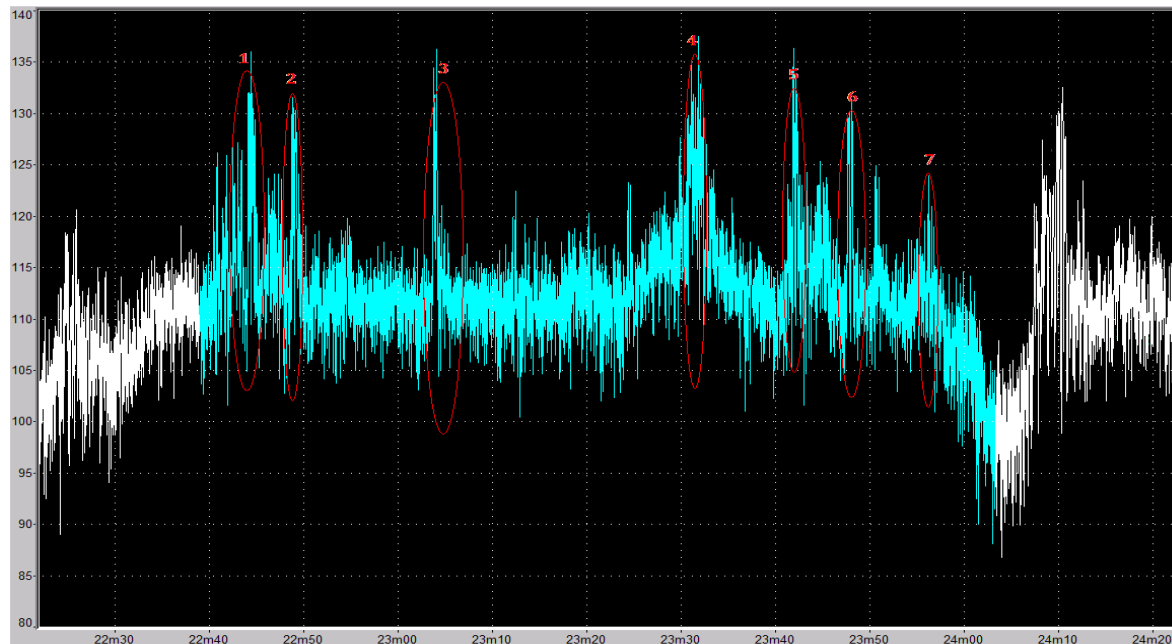


Fig. 3.2. Tram baixada a 30 km/h amb Volkswagen Golf

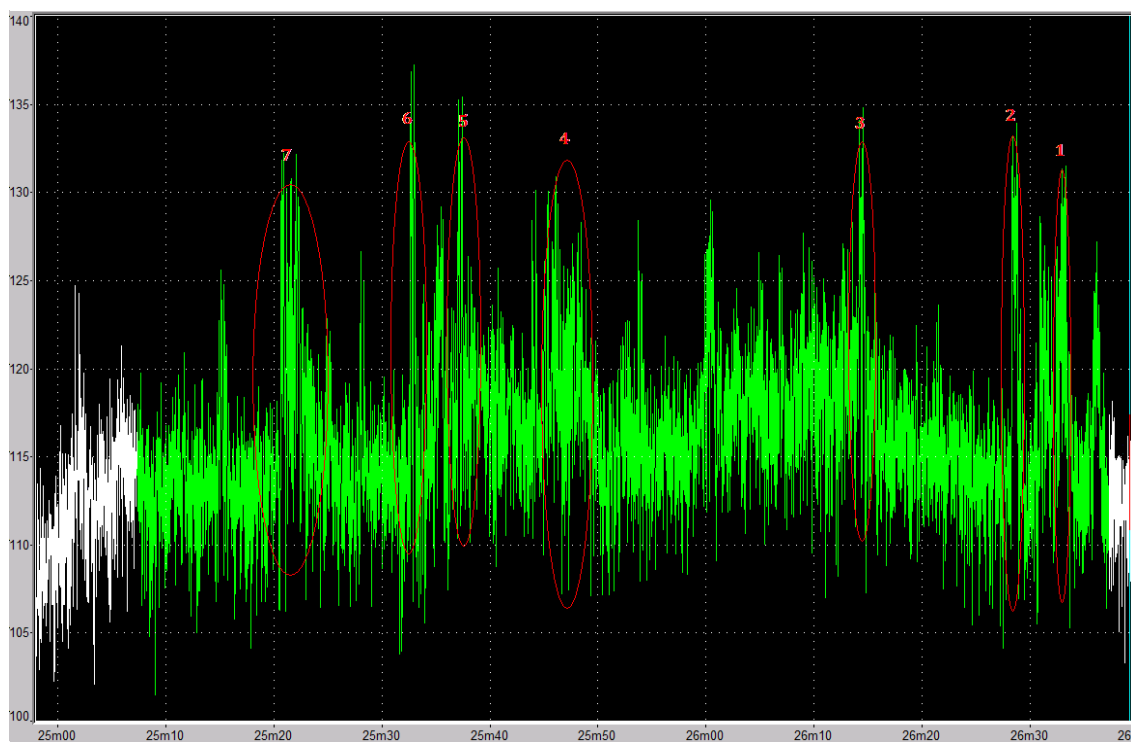


Fig. 3.3. Tram pujada a 30 km/h amb Volkswagen Golf

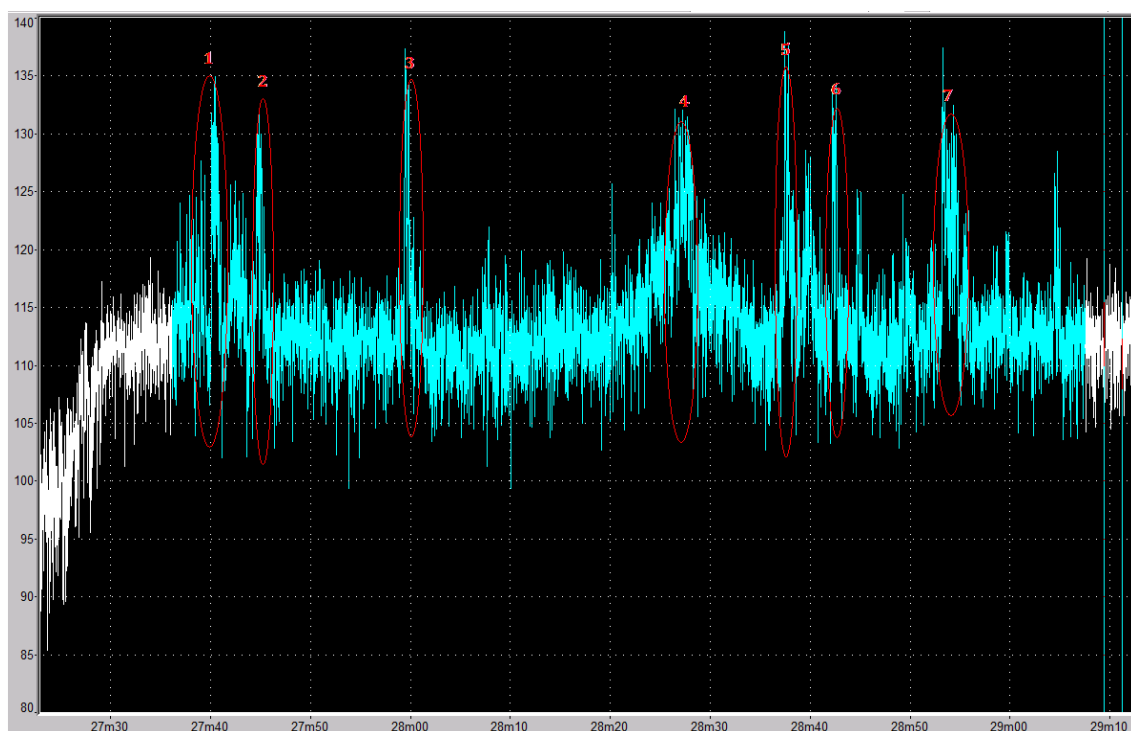


Fig. 3.4. Tram baixada a 40 km/h amb Volkswagen Golf

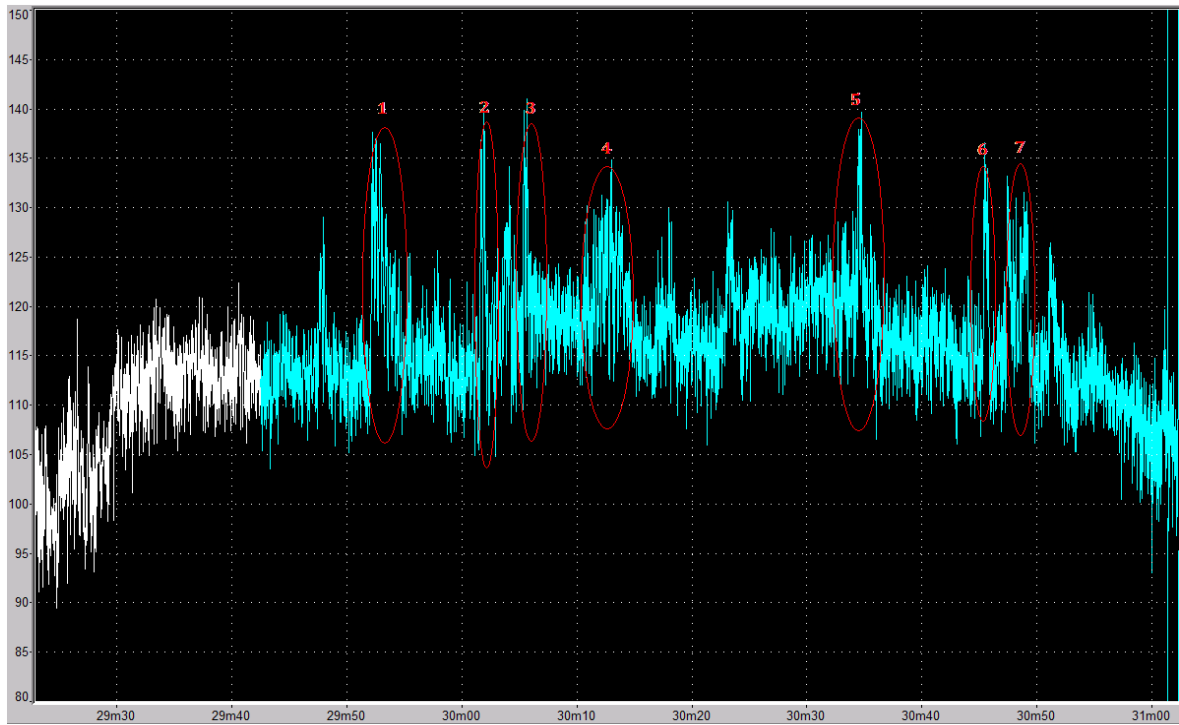


Fig. 3.5. Tram pujada a 40 km/h amb Volkswagen Golf

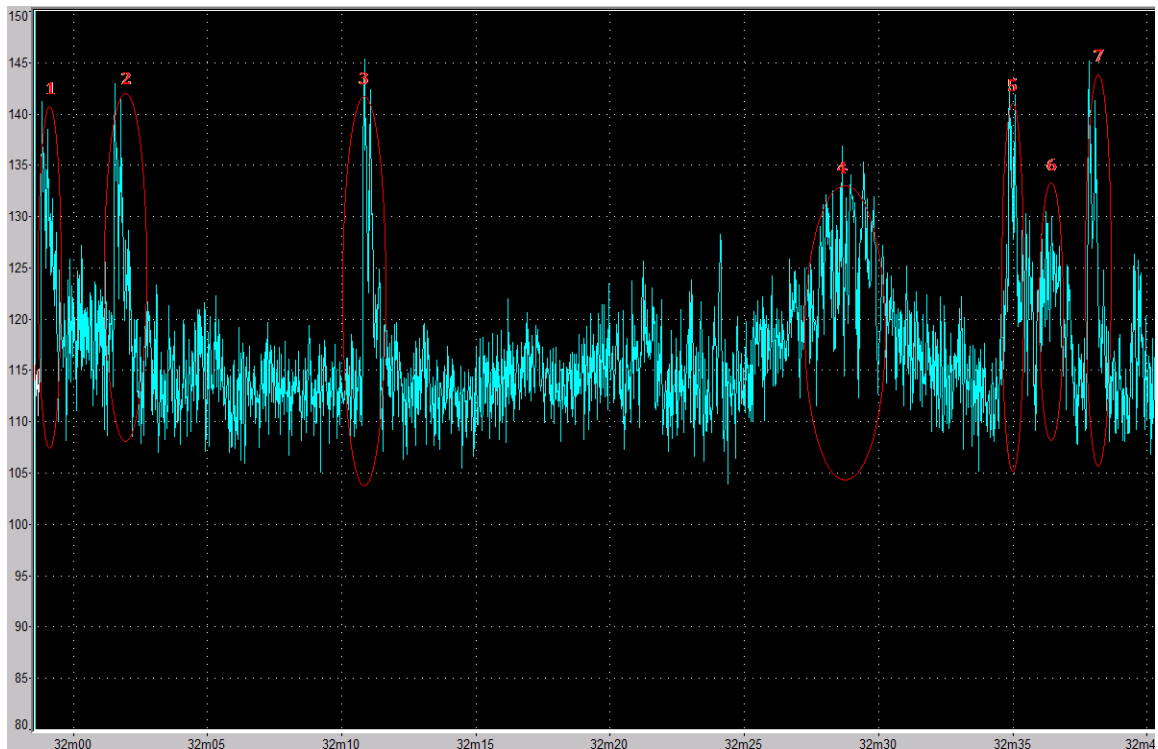


Fig. 3.6. Tram baixada a 50 km/h amb Volkswagen Golf

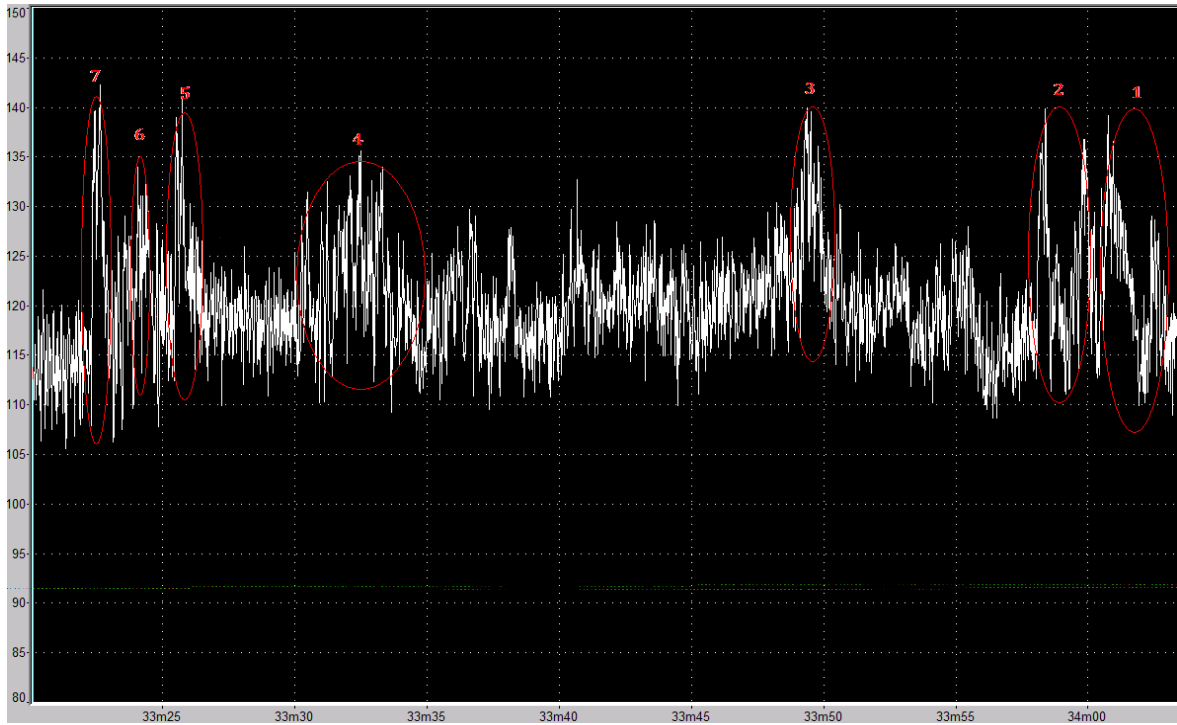


Fig. 3.7. Tram pujada a 50 km/h amb Volkswagen Golf

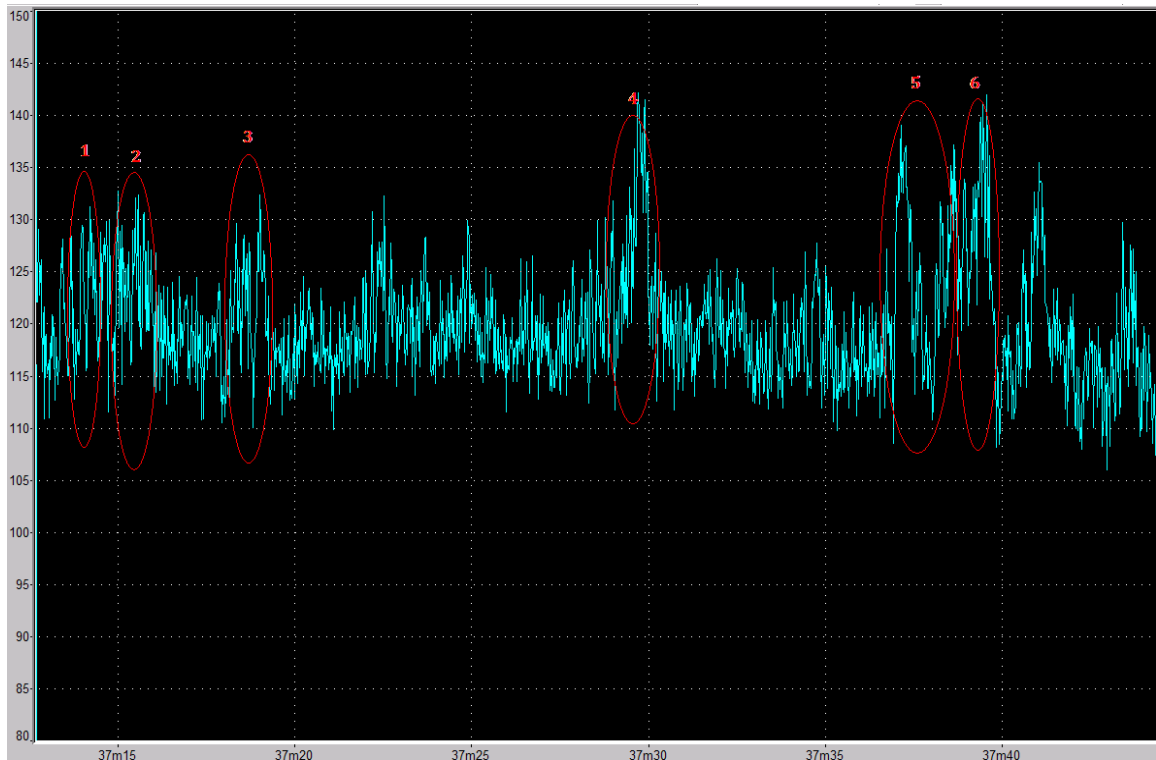


Fig. 3.8. Tram baixada parcial a 60 km/h amb Volkswagen Golf

### 3.2. Identificació de les gràfiques del Citroën C5

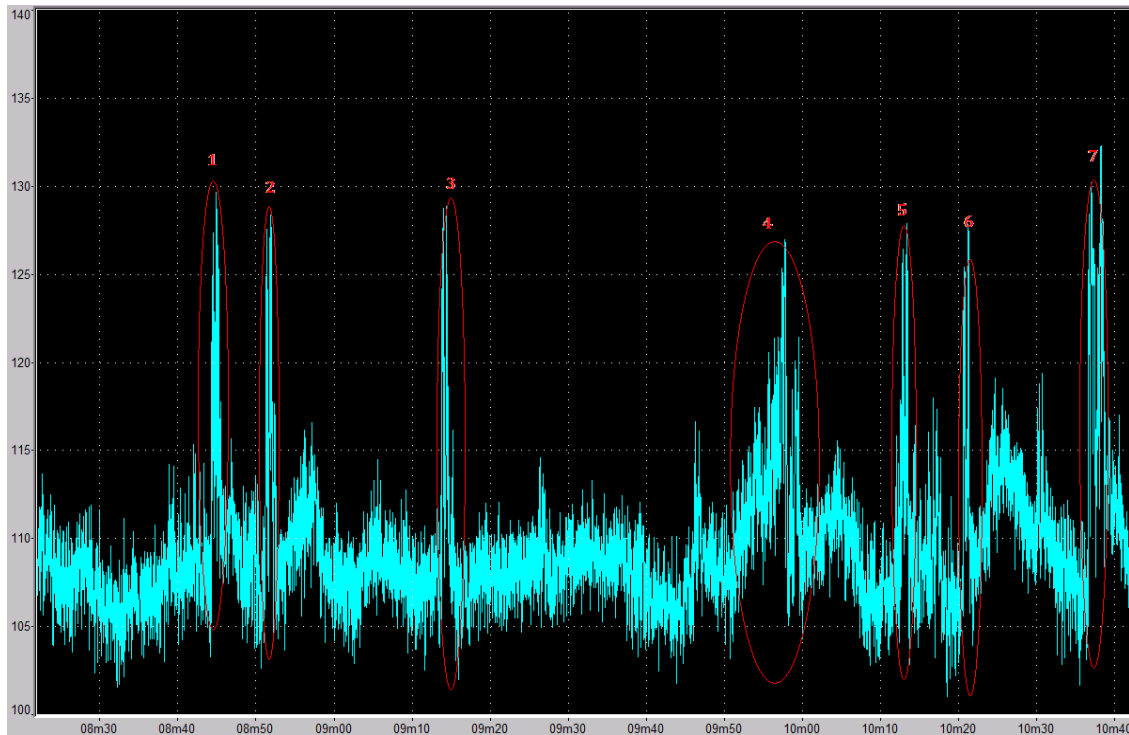


Fig. 3.9. Tram baixada a 20 km/h amb C5

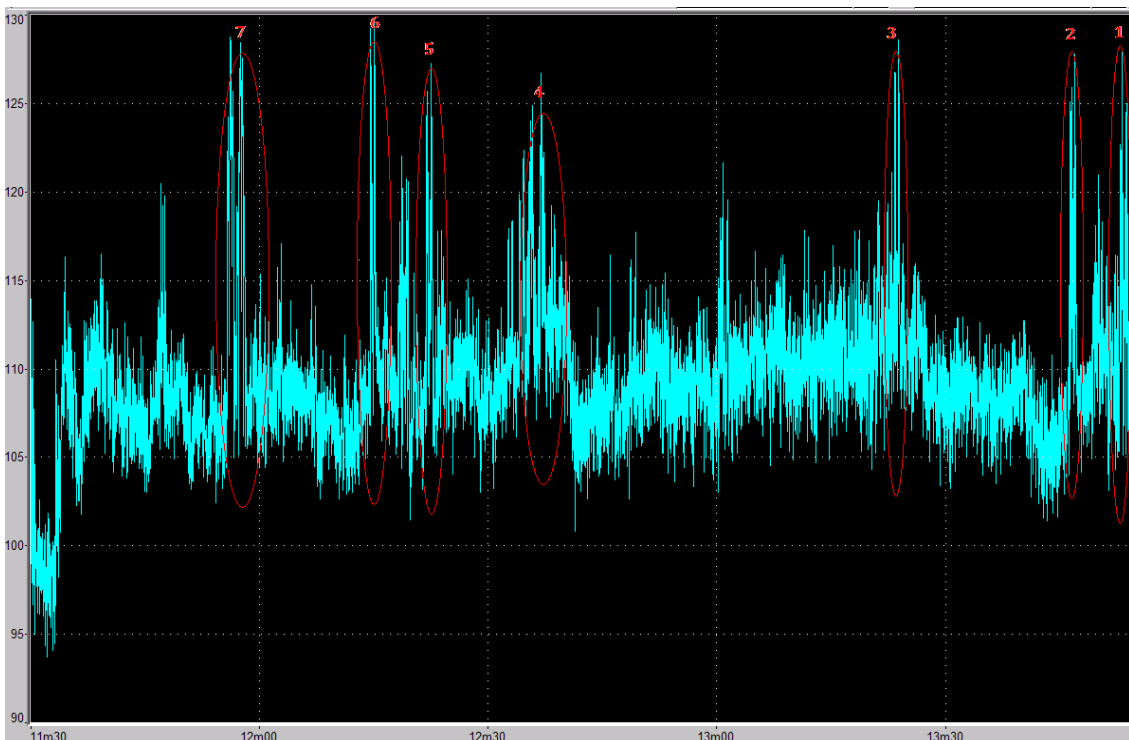


Fig. 3.10. Tram pujada a 20 km/h amb C5



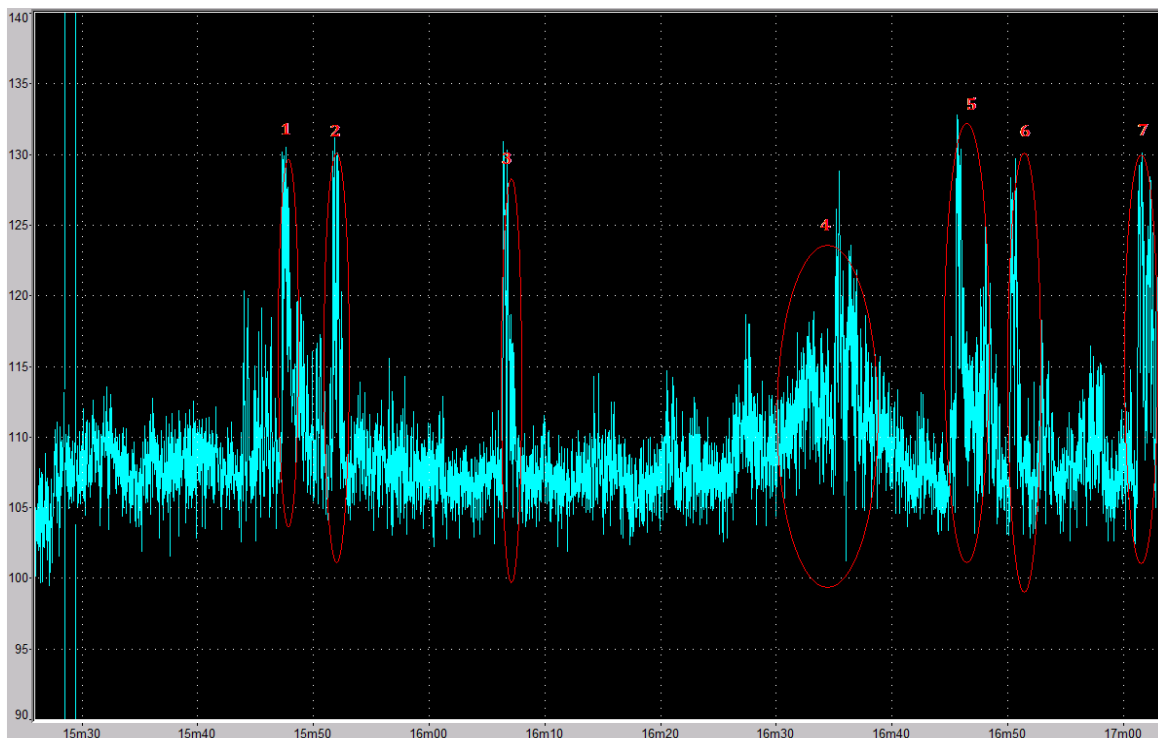


Fig. 3.11. Tram baixada a 30 km/h amb C5

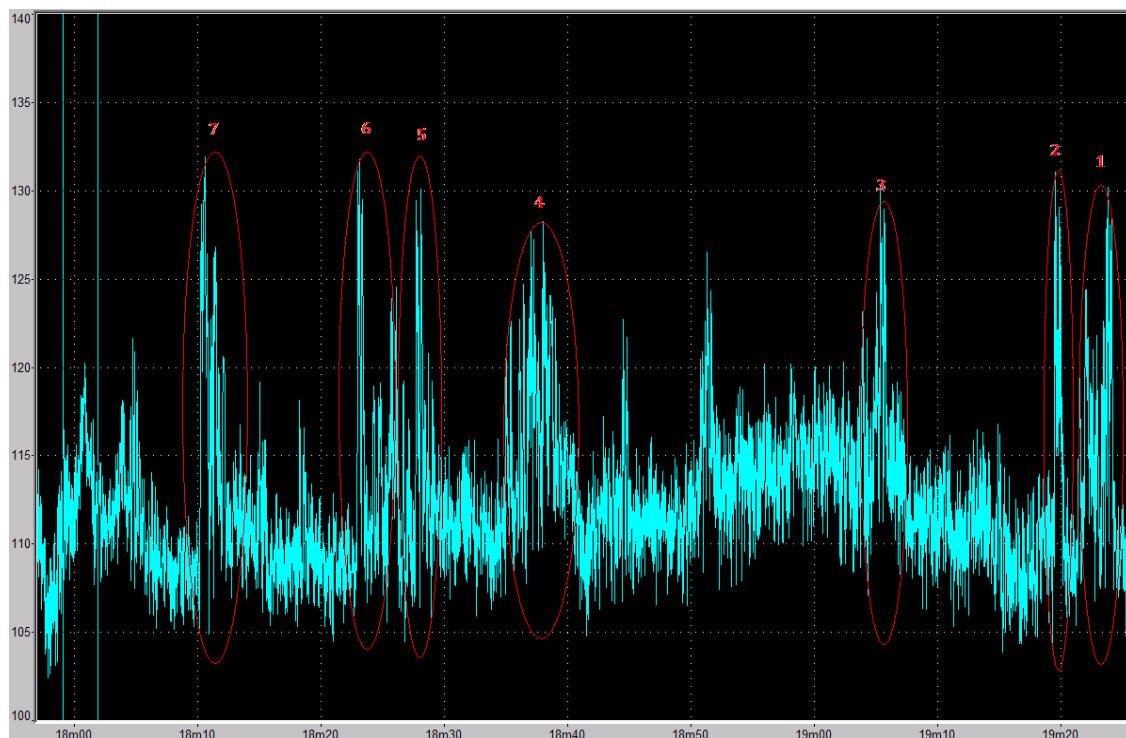


Fig. 3.12. Tram pujada a 30 km/h amb C5

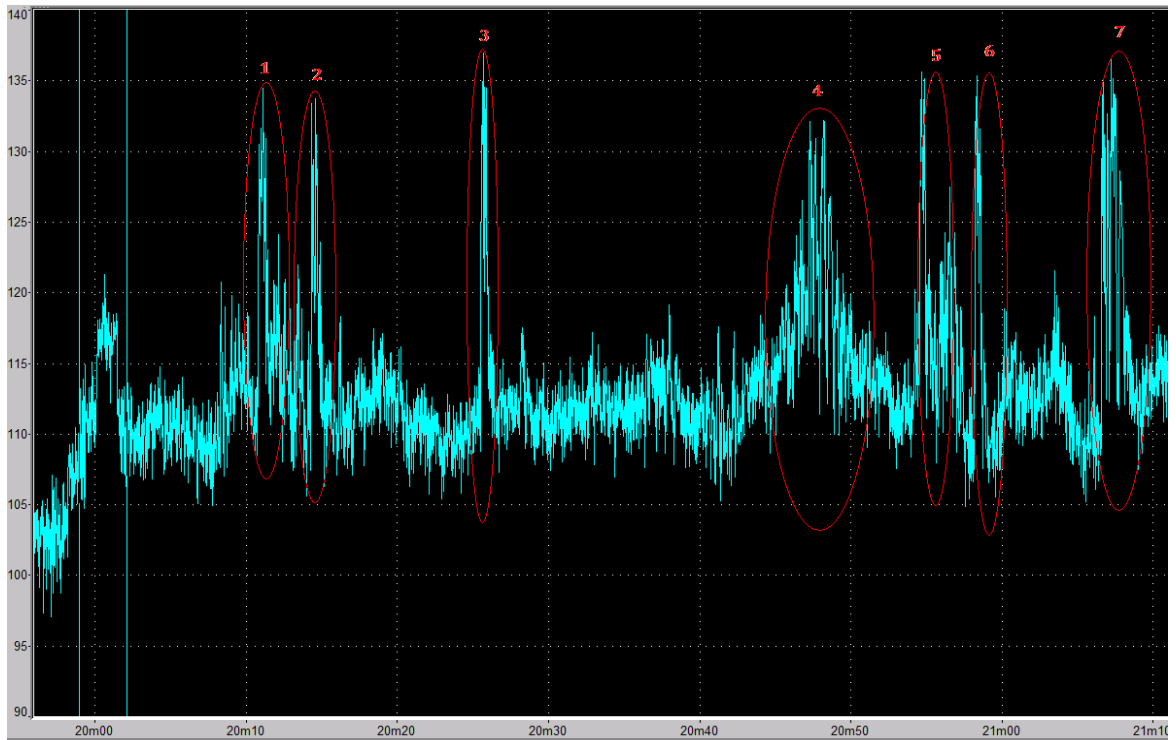


Fig. 3.13. Tram baixada a 40 km/h amb C5

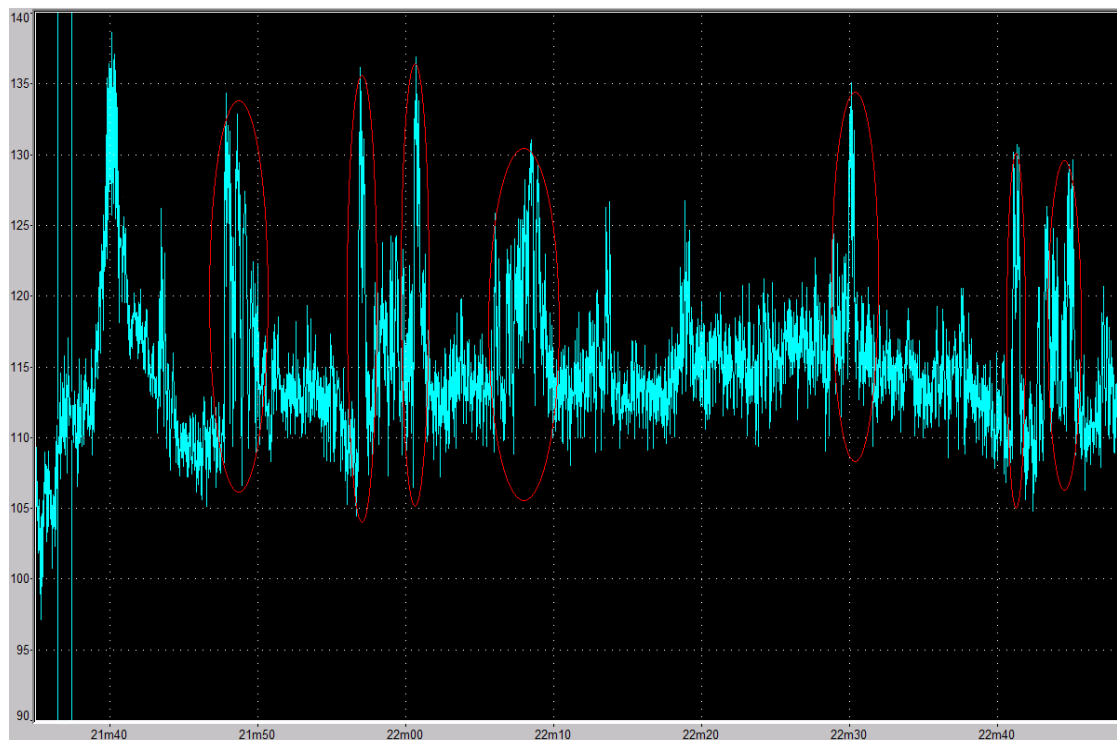


Fig. 3.14. Tram pujada a 40 km/h amb C5

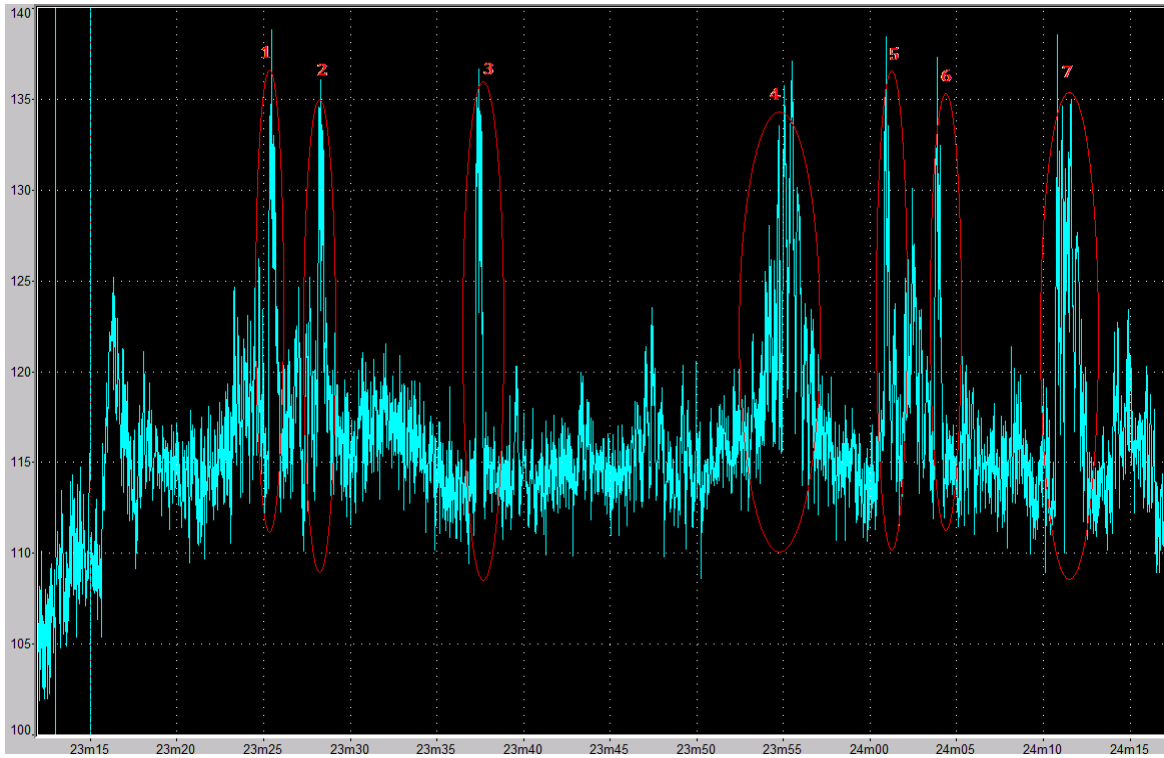


Fig. 3.15. Tram baixada a 50 km/h amb C5

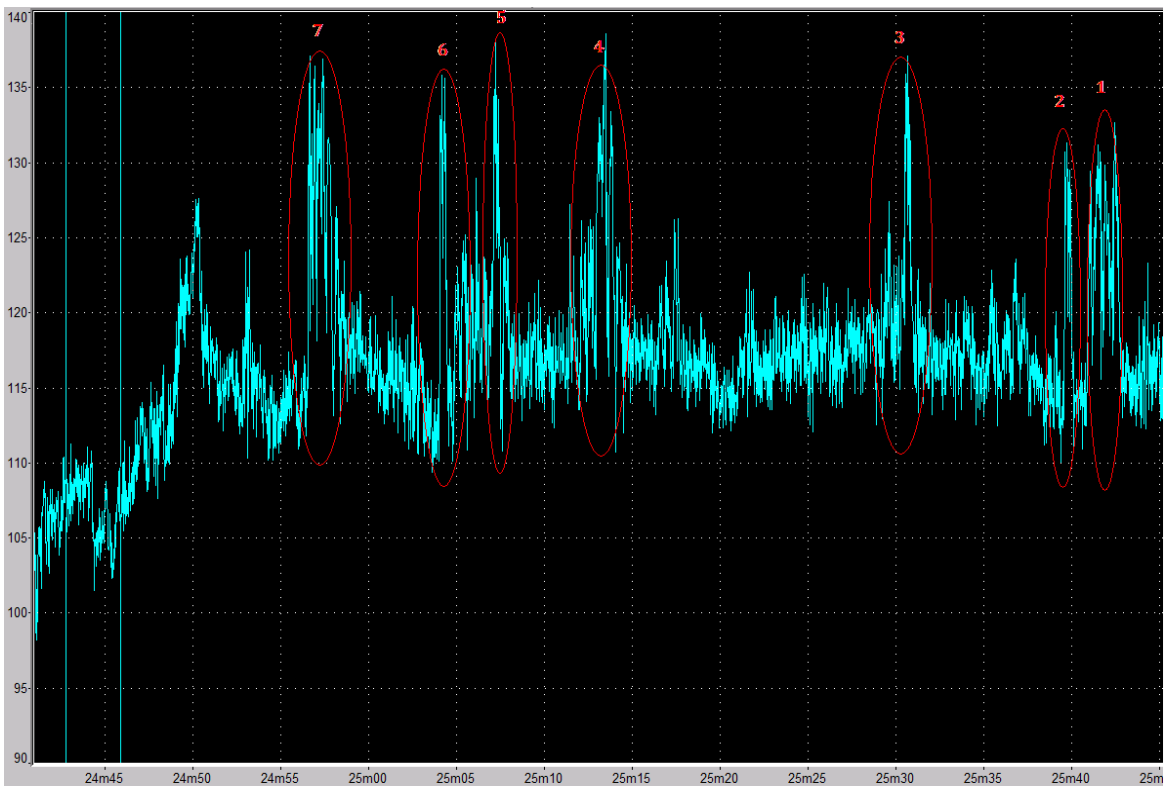


Fig. 3.16. Tram pujada a 50 km/h amb C5

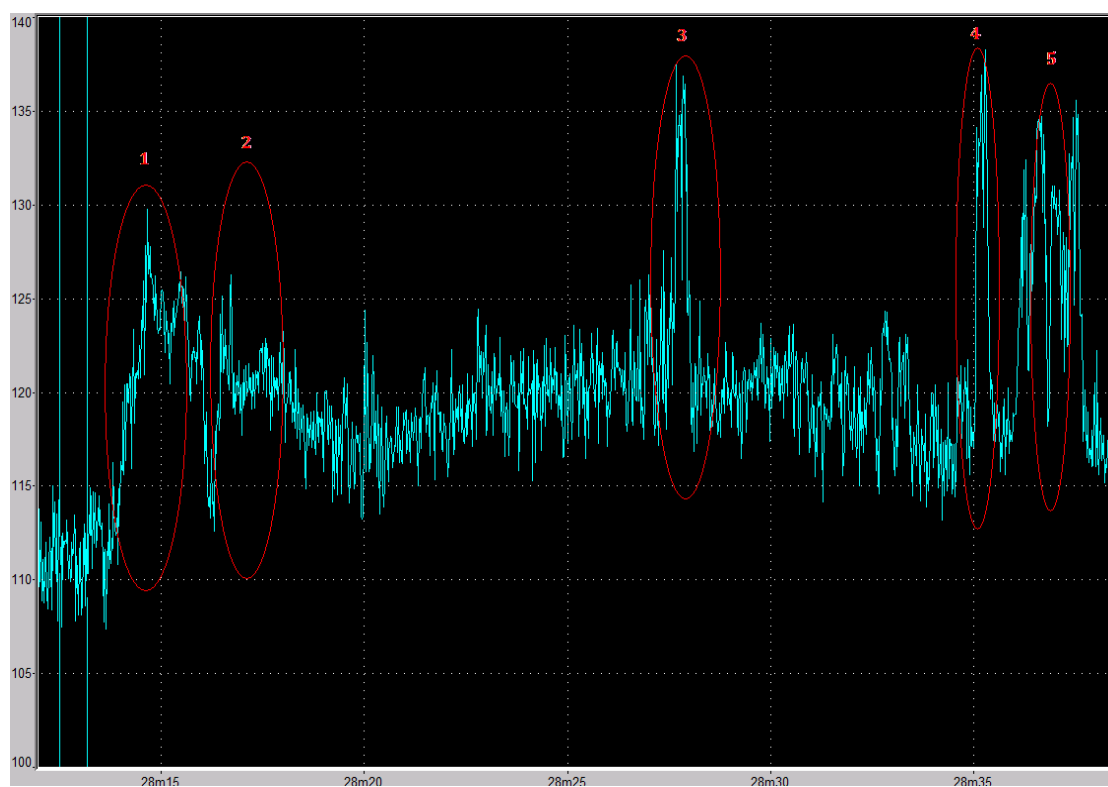


Fig. 3.17. Tram baixada parcial a 60 km/h amb C5

## 4. Detecció del període i freqüència de ressonància

En el cas del Volkswagen Golf, degut a les moltes interferències en l'acceleròmetre per el soroll del motor, s'ha optat per agafar una quantitat de mostres mes altes per assegurar quin dels intervals és més veritable.

La separació entre rodes : 2,5 metres per tant, temps de roda a roda 450ms

### 4.1. Detecció en el Volkswagen Golf

#### 4.1.1 Tram de baixada a 20 Km/h relleu 1

##### Interval 1

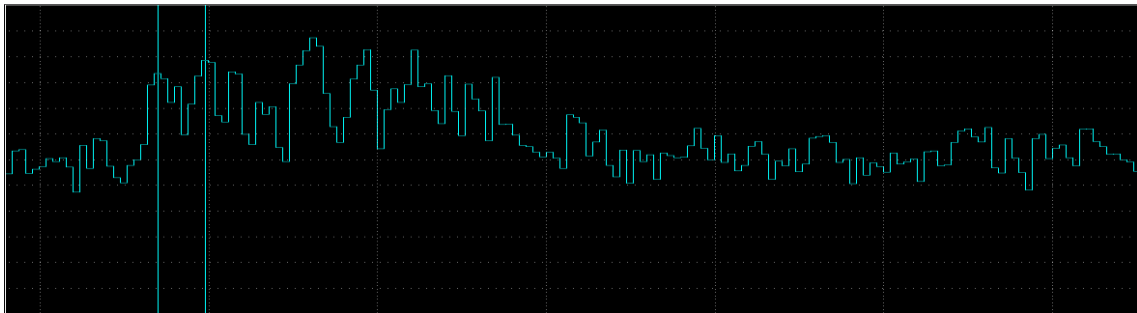


Fig. 4.1. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 1

$T = 980-840=140$  ;  $F= 1/140 = 0.007142857\text{KHz}$ ; Freqüència 1 = 7.14 Hz

##### Interval 2

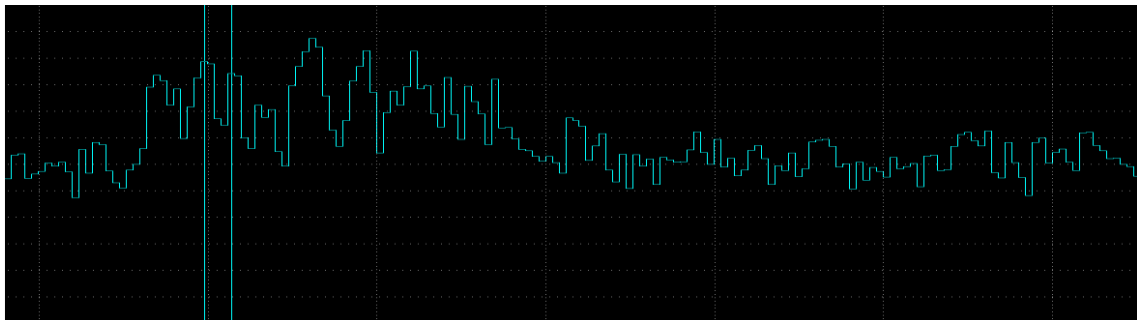


Fig. 4.2. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 2

$T = 1060-980=80$  ;  $F= 1/80 = 0.0125\text{KHz}$ ; Freqüència 2 = 12.5Hz

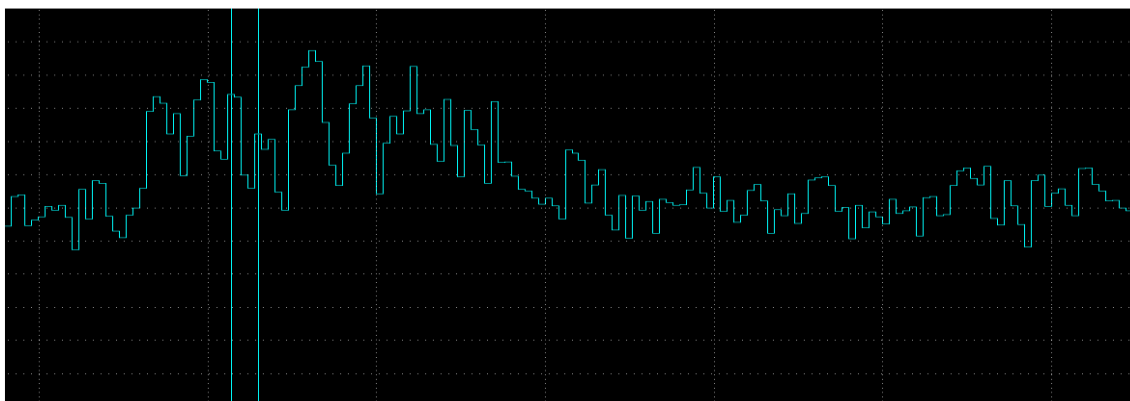
**Interval 3**

Fig. 4.3. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 3

$T = 140 - 060 = 80$  ;  $F = 1/80 = 0.0125 \text{ KHz}$ ; Freqüència 3 = 12.5Hz

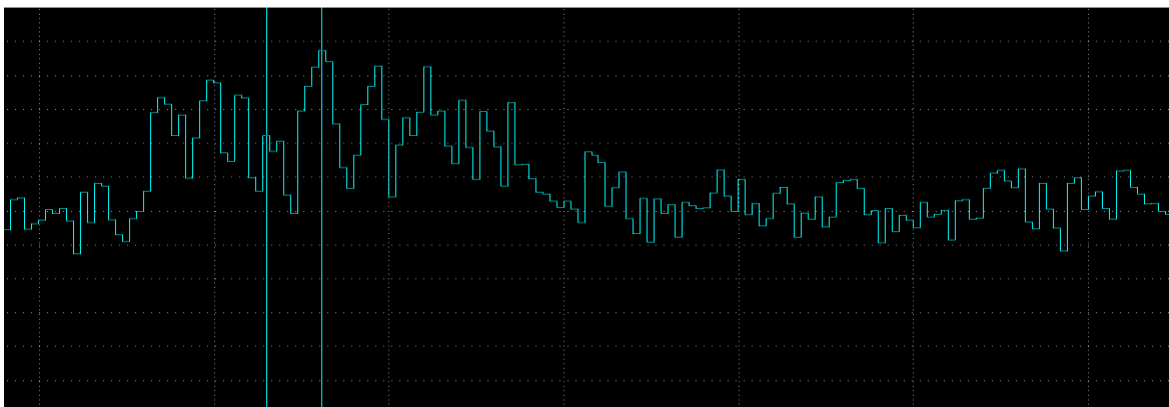
**Interval 4**

Fig. 4.4. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 4

$T = 300 - 140 = 160$  ;  $F = 1/160 = 0.00625 \text{ KHz}$ ; Freqüència 4 = 6.25Hz

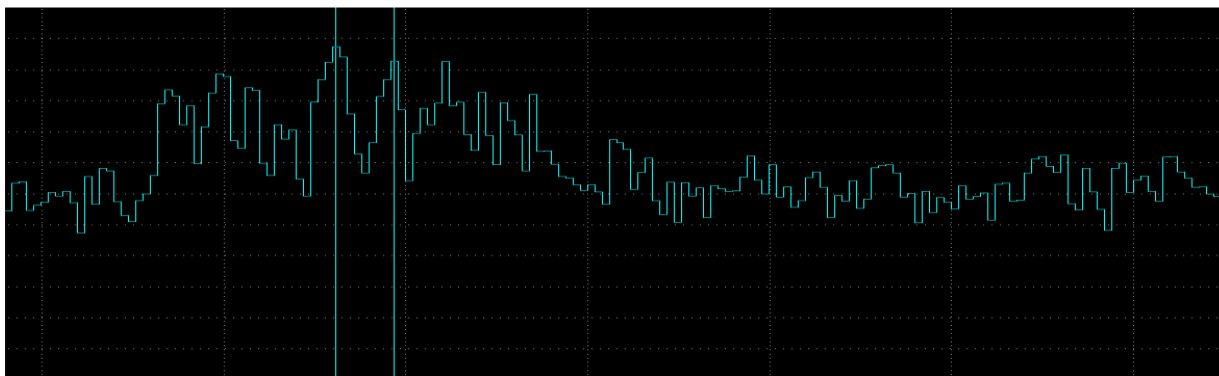
**Interval 5**

Fig. 4.5. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 5

$T = 460 - 300 = 160$  ;  $F = 1/160 = 0.00625 \text{ KHz}$ ; Freqüència 5 = 12.5Hz

### Interval 6

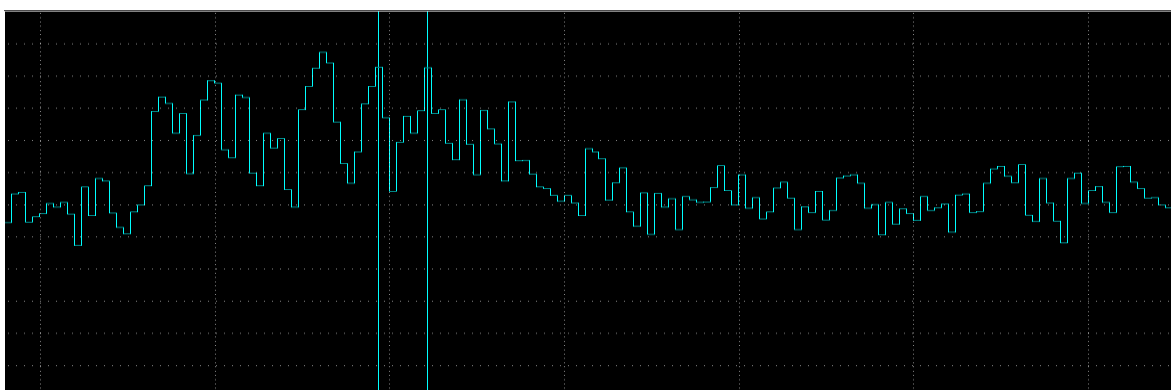


Fig. 4.6. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 6

$T=600-460=140$  ;  $F= 1/140 = 0.007142857$  KHz; Freqüència 6 = 7.14Hz

### 4.1.2. Tram de baixada a 20 Km/h relleu 2

#### Interval 1

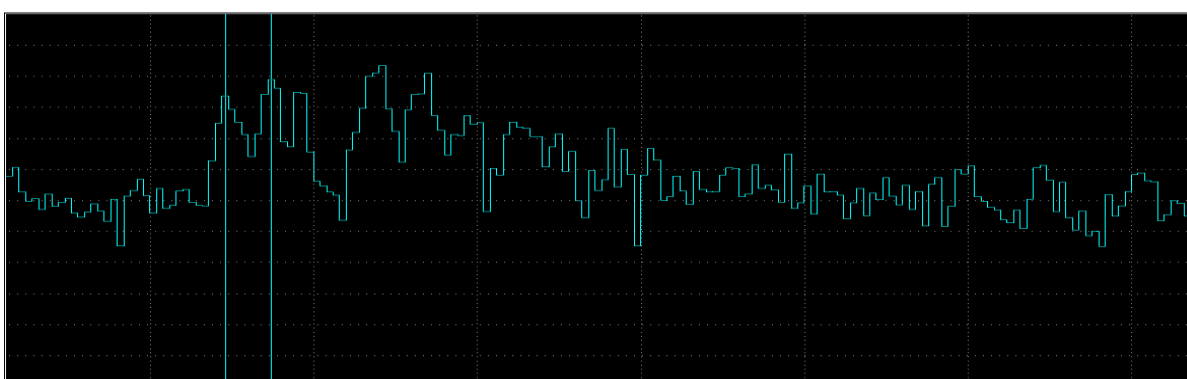


Fig. 4.7. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 2 interval 1

$T=360-220=140$  ;  $F= 1/140 = 0.007142857$  KHz; Freqüència 1 = 7.14Hz

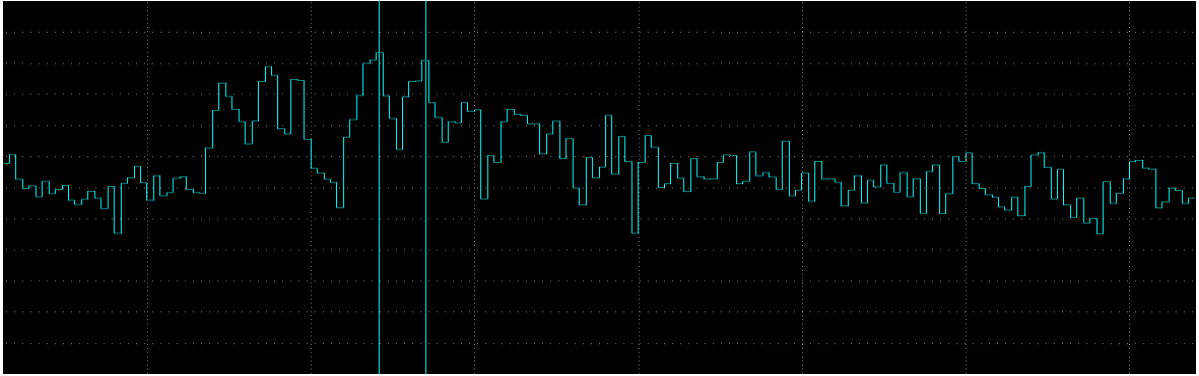
**Interval 2**

Fig. 4.8. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 2 interval 2

$T=840-700=140$  ;  $F= 1/140 = 0.007142857$  KHz; Freqüència 2 = 7.14Hz

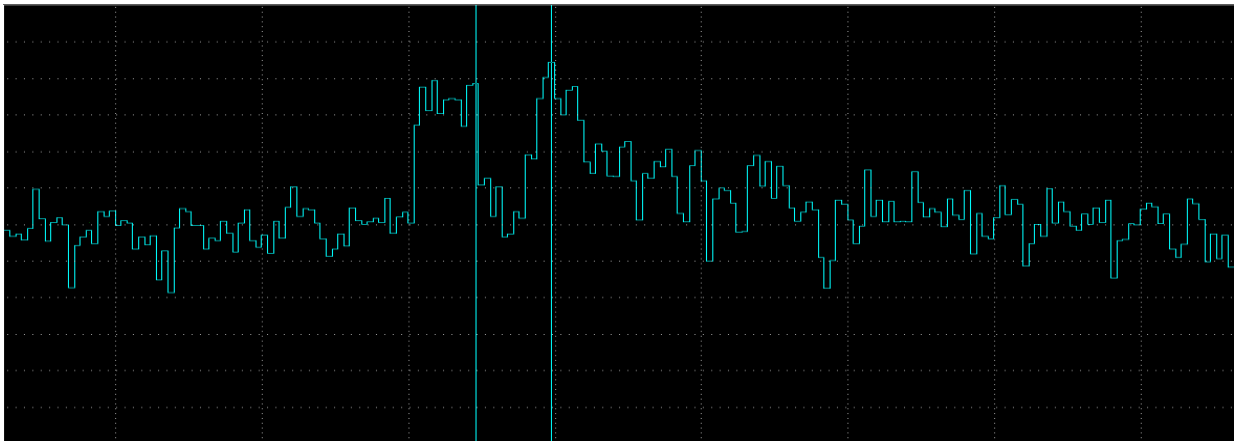
**4.1.3. Tram de baixada a 20 Km/h relleu 3****Interval 1**

Fig. 4.9. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 3 interval 1

$T=480-220=260$  ;  $F= 1/260 = 0.003846$  KHz; Freqüència 1 =3.84 Hz



#### 4.1.4. Tram de baixada a 20 Km/h relleu 5

##### Interval 1

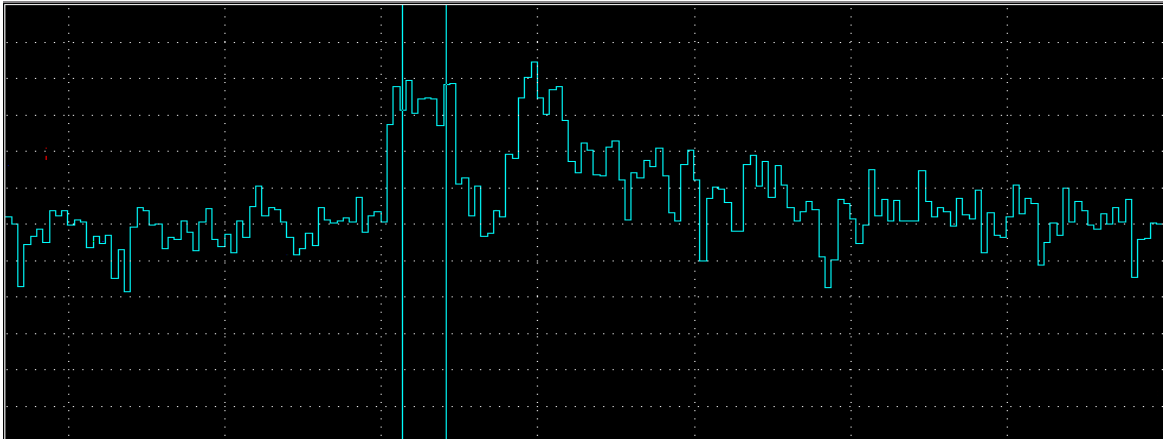


Fig. 4.10. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 5 interval 1

$T=200-60=140$  ;  $F= 1/140 = 0.007142857$  KHz; Freqüència 1 = 7.14Hz

##### Interval 2

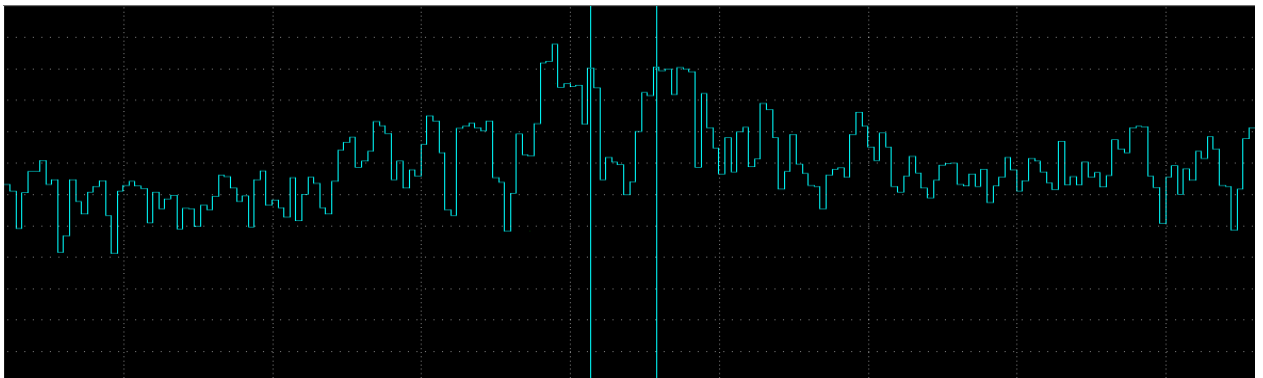


Fig. 4.11. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 5 interval 2

$T=780-560=220$  ;  $F= 1/220 = 0.00454545$  KHz; Freqüència 2 = 4.54Hz

#### 4.1.5. Tram de baixada a 20 Km/h relleu 6

##### Interval 1

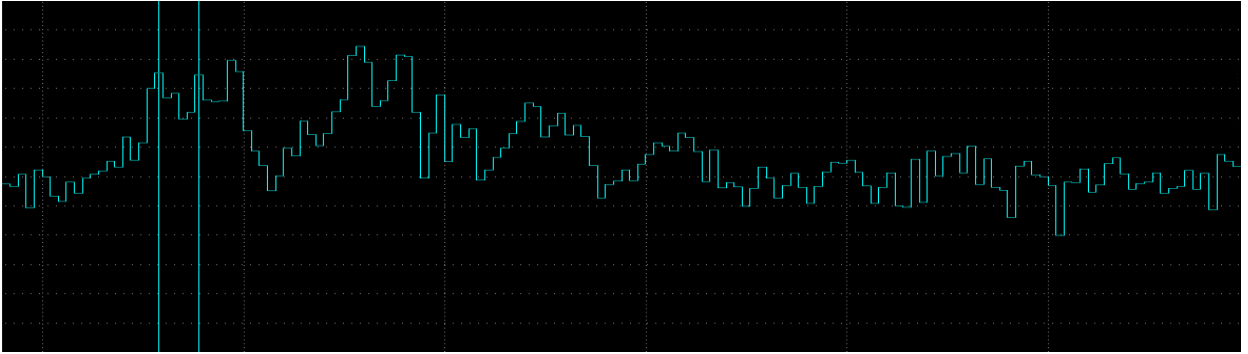


Fig. 4.12. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 6 interval 1

$T=880-780=100$  ;  $F= 1/100 = 0.01$  KHz; Freqüència 1 = 10 Hz

##### Interval 2

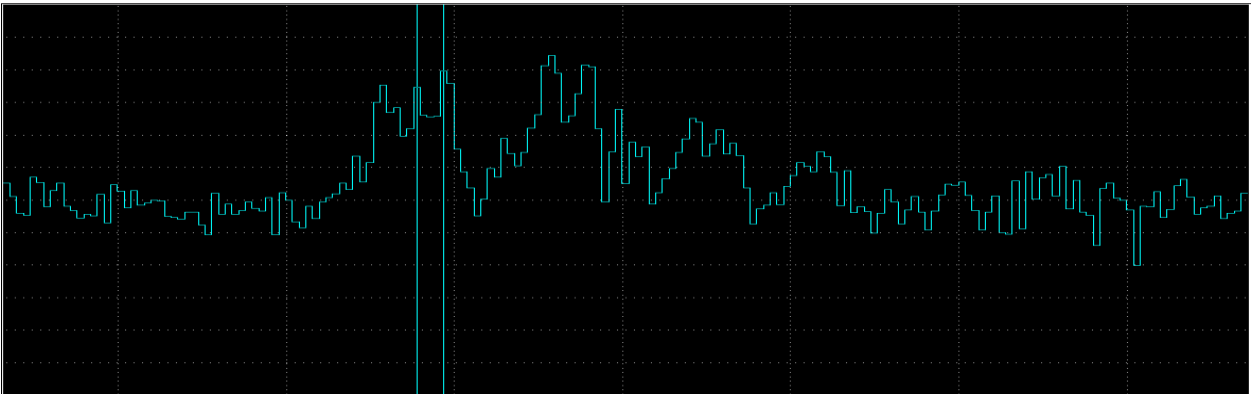


Fig. 4.13. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 6 interval 2

$T=960-880=80$  ;  $F= 1/80 = 0.0125$  KHz; Freqüència 2 = 12.5Hz

**Interval 3**

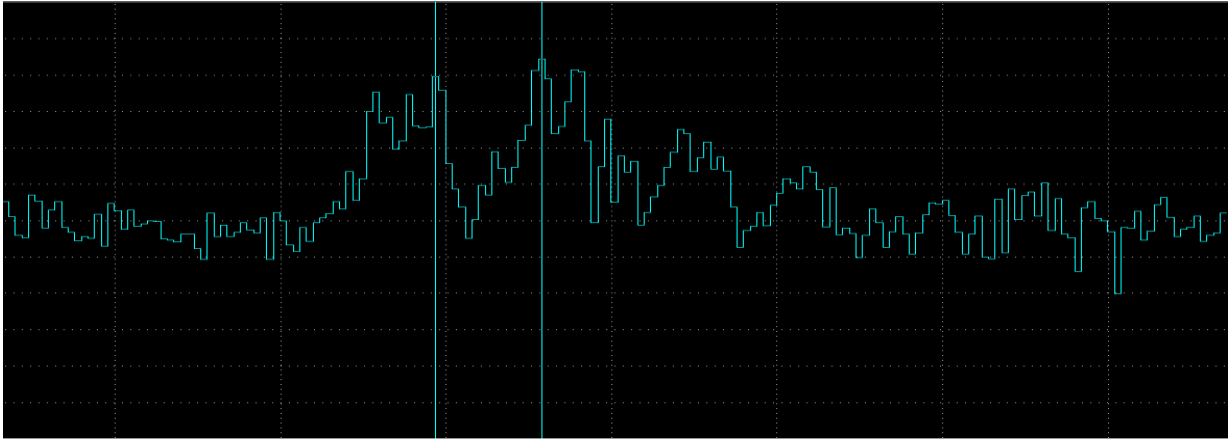


Fig. 4.14. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 6 interval 3

$T=1280-960=320$  ;  $F= 1/320 = 0.003125$  KHz; Freqüència 2 = 3.12Hz

**Interval 4**

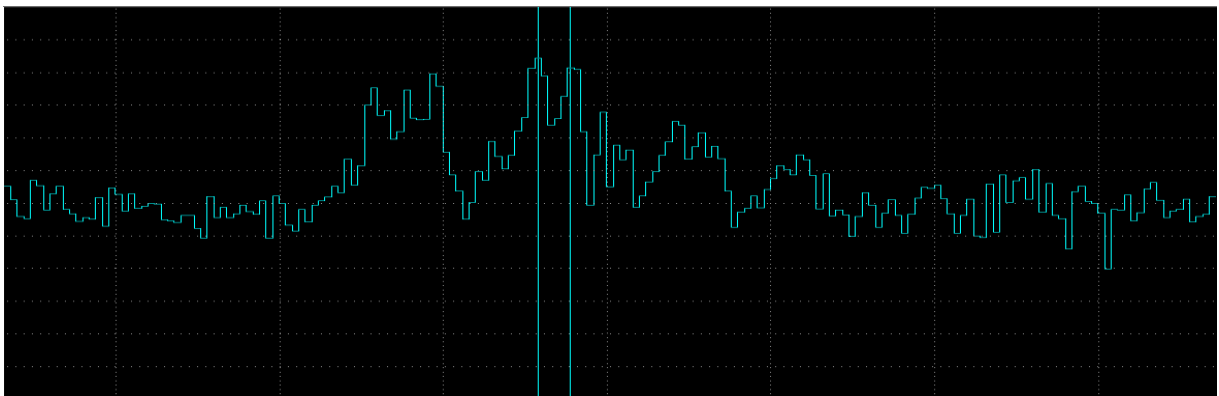


Fig. 4.15. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 6 interval 4

$T=380-280=100$  ;  $F= 1/100 = 0.01$  KHz; Freqüència 2 = 10Hz

#### 4.1.5. Tram de baixada a 40 Km/h relleu 1

Separació entre rodes : 2,5 metres per tant, temps de roda a roda 225 ms.

##### Interval 1



Fig. 4.16. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 1

$T=260-160=100$  ;  $F= 1/100 = 0.01$  KHz; Freqüència 1 = 10Hz

##### Interval 2

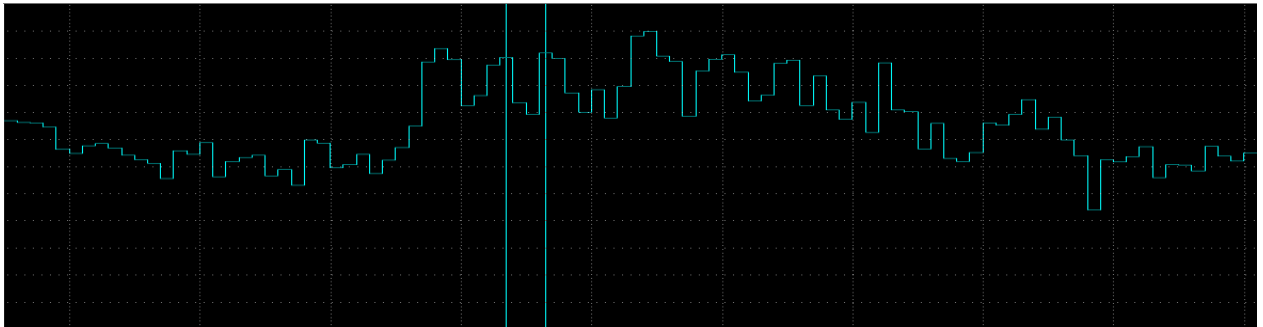


Fig. 4.18. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 2

$T=320-260=60$  ;  $F= 1/60 = 0.016666$  KHz; Freqüència 2 = 16.6Hz

### Interval 3

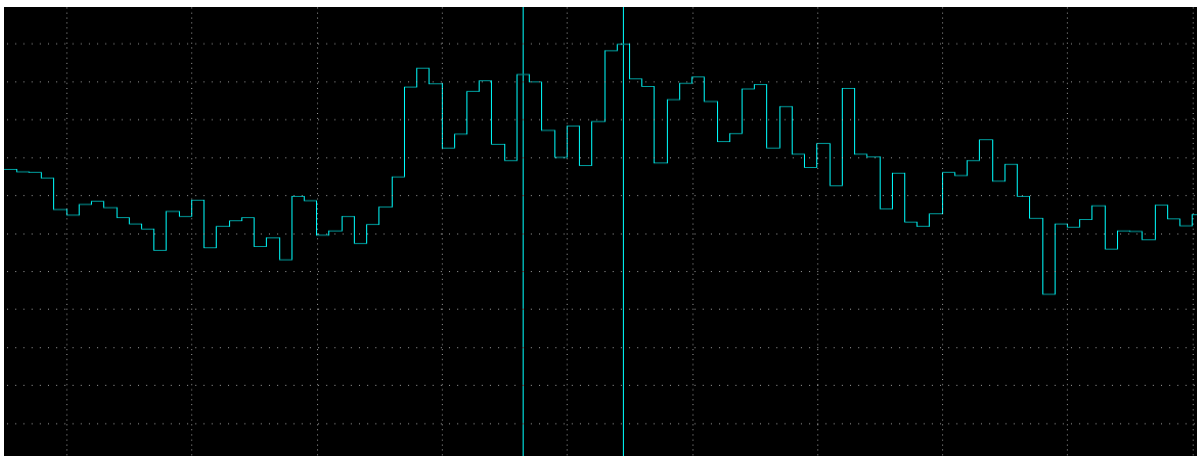


Fig. 4.19. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 3

$T=480-320=160$  ;  $F= 1/160 = 0.00625$  KHz; Freqüència 3= 6.25Hz

### Interval 4

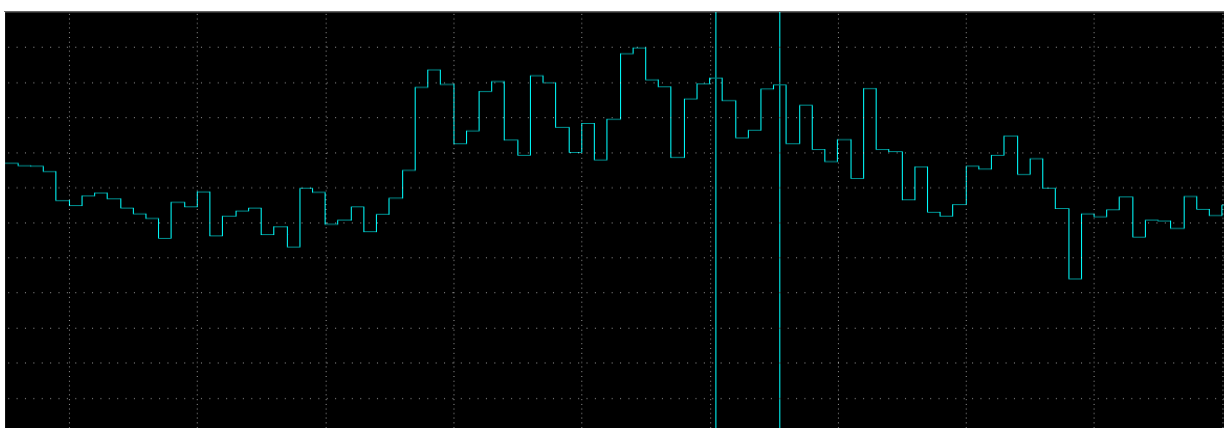


Fig. 4.20. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 4

$T= 700-600=100$  ;  $F= 1/100 = 0.01$  KHz; Freqüència 4 = 10Hz

#### 4.1.6. Tram de baixada a 40 Km/h relleu 2

##### Interval 1

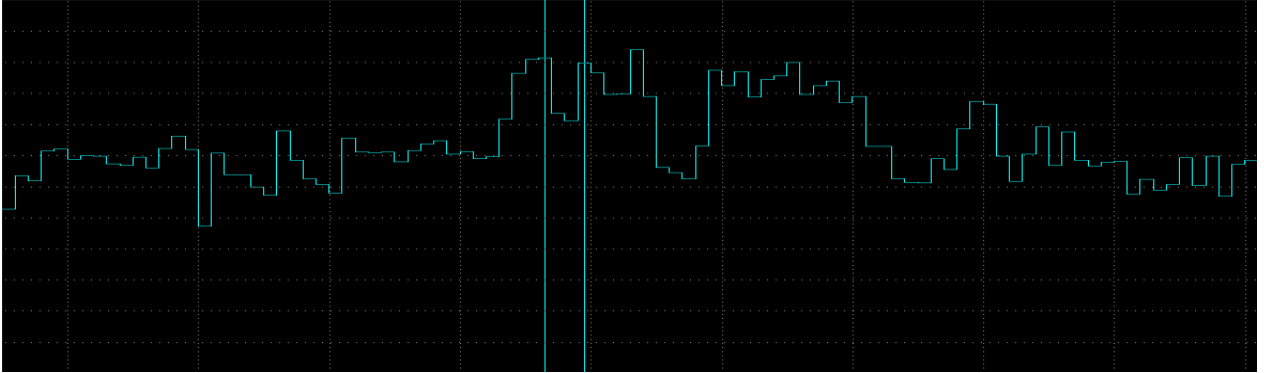


Fig. 4.21. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 2 interval 1

$T=780-720=60$  ;  $F= 1/60 = 0.0166666$  KHz; Freqüència 1= 16.6Hz

##### Interval 2

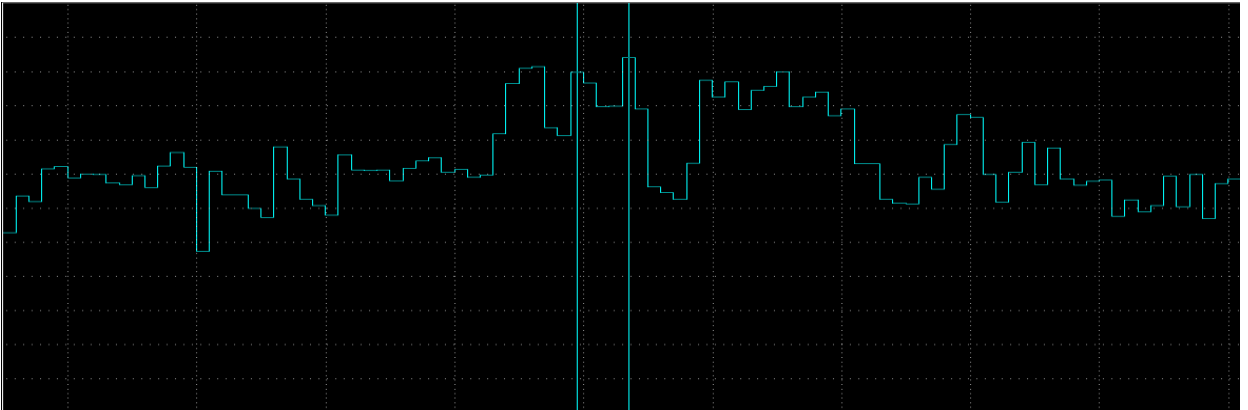


Fig. 4.22. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 2 interval 2

$T=860-780=80$  ;  $F= 1/80 = 0.0125$  KHz; Freqüència 2= 12.5Hz

### Interval 3

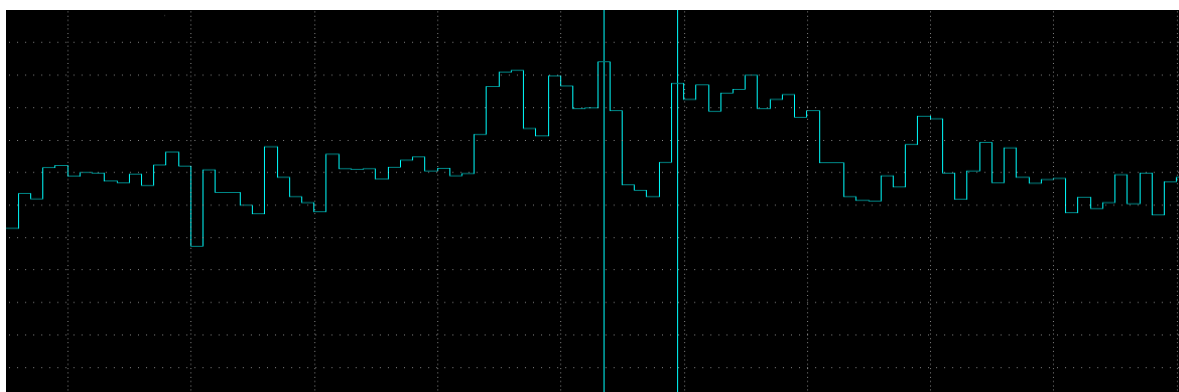


Fig. 4.23. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 2 interval 3

$T=980-860=120$ ;  $F= 1/120 = 0.00833333$  KHz; Freqüència 3 = 8.33Hz

### Interval 4

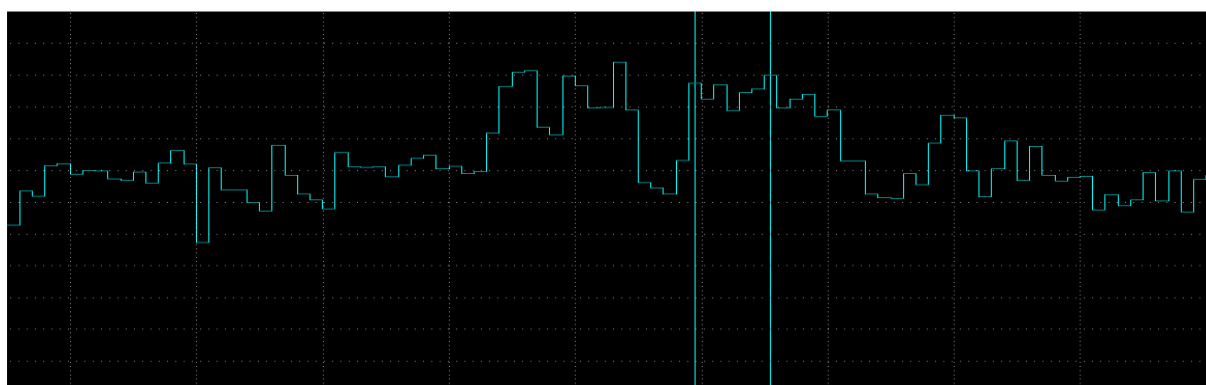


Fig. 4.24. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 2 interval 4

$T=1100-980=120$  ;  $F= 1/120 = 0.00833333$  KHz; Freqüència 2 = 8.33Hz

### 4.1.7. Tram de baixada a 40 Km/h relleu 3

#### Interval 1

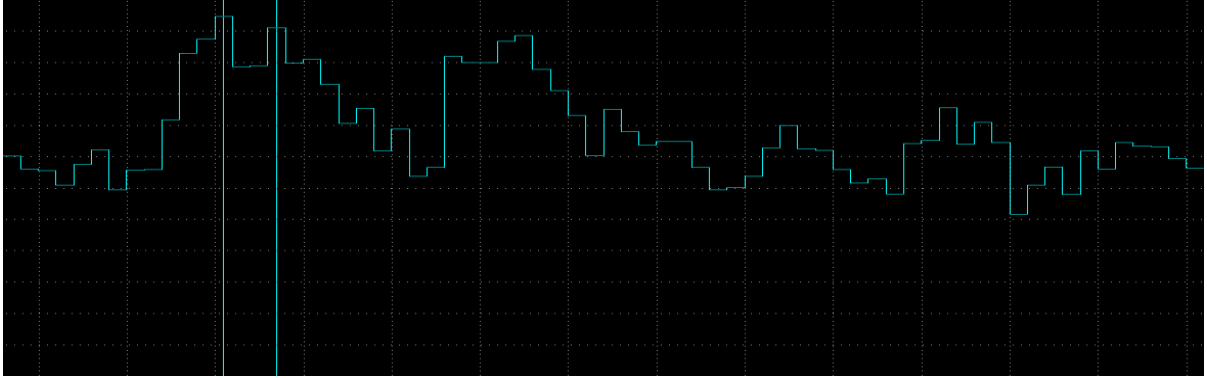


Fig. 4.25. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 3 interval 1

$T=560-500=60$  ;  $F= 1/60 = 0.01666666$  KHz; Freqüència 1 = 16.6Hz

#### Interval 2

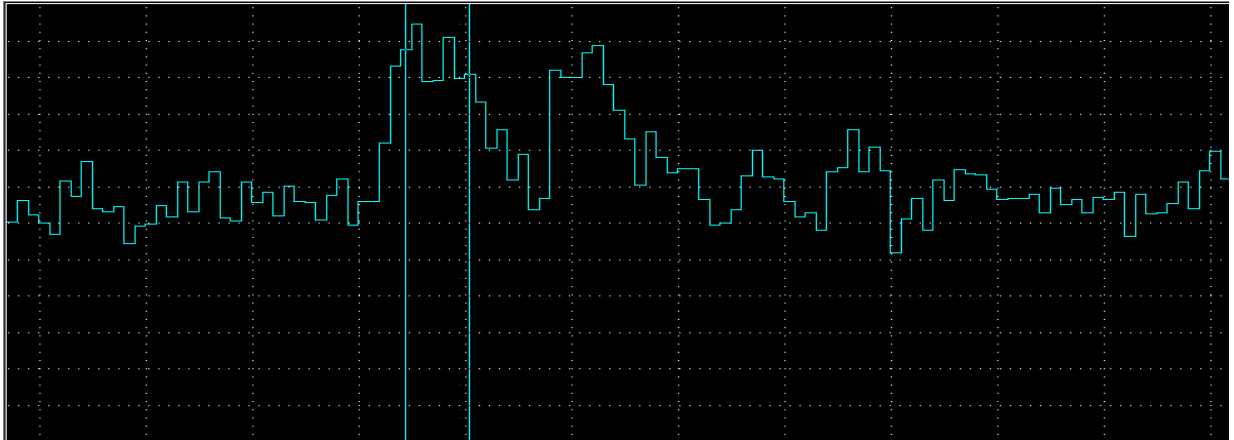


Fig. 4.26. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 3 interval 2

$T=600-480=120$  ;  $F= 1/120 = 0.00833333$  KHz; Freqüència 2 = 8.33Hz



### Interval 3

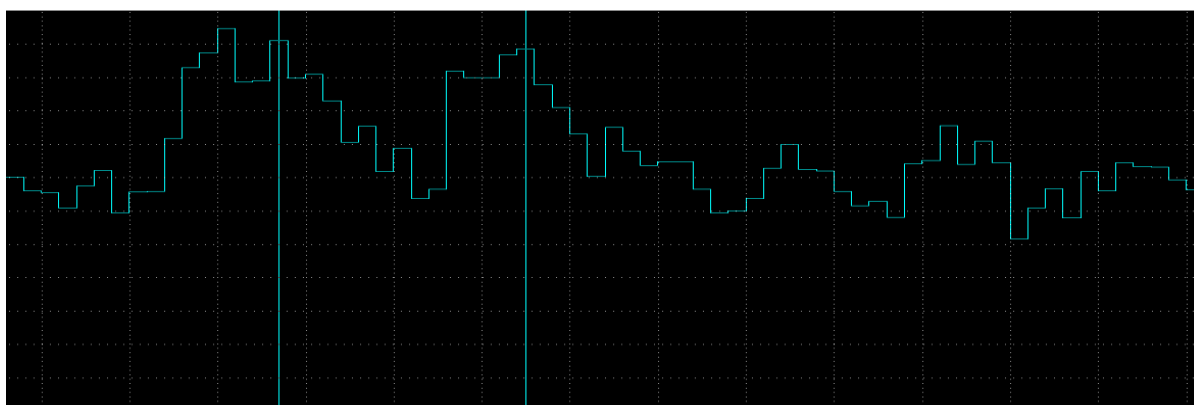


Fig. 4.27. Tram baixada a 20Km/h del Volkswagen Golf relleu 3 interval 3

$T=840-560=280$  ;  $F= 1/280 = 0.0035714$  KHz; Freqüència 3 = 3.57Hz

### 4.1.5. Tram de baixada a 40 Km/h relleu 5

#### Interval 1

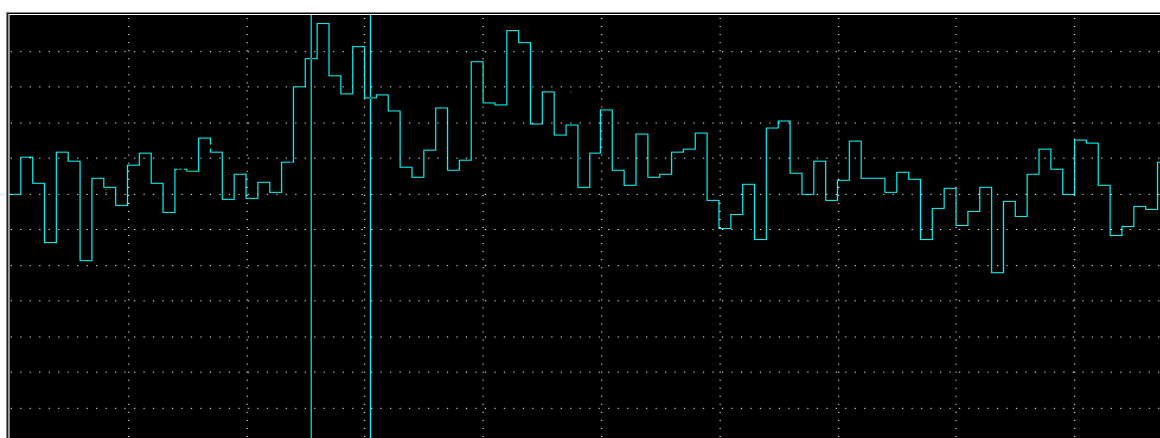


Fig. 4.28. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 5 interval 1

$T=600-500=100$  ;  $F= 1/100 = 0.01$  KHz; Freqüència 1 = 10Hz

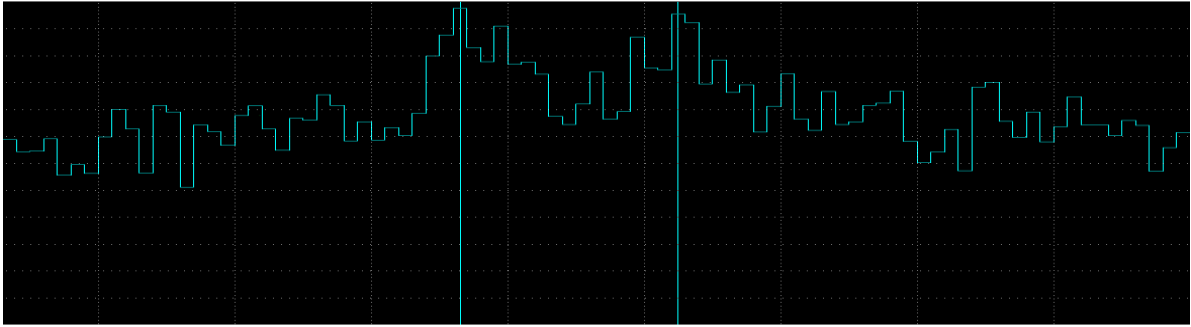
**Interval 2**

Fig. 4.29. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 5 interval 2

$T=840-520=320$  ;  $F= 1/320 = 0.003125$  KHz; Freqüència 2 = 12.5Hz

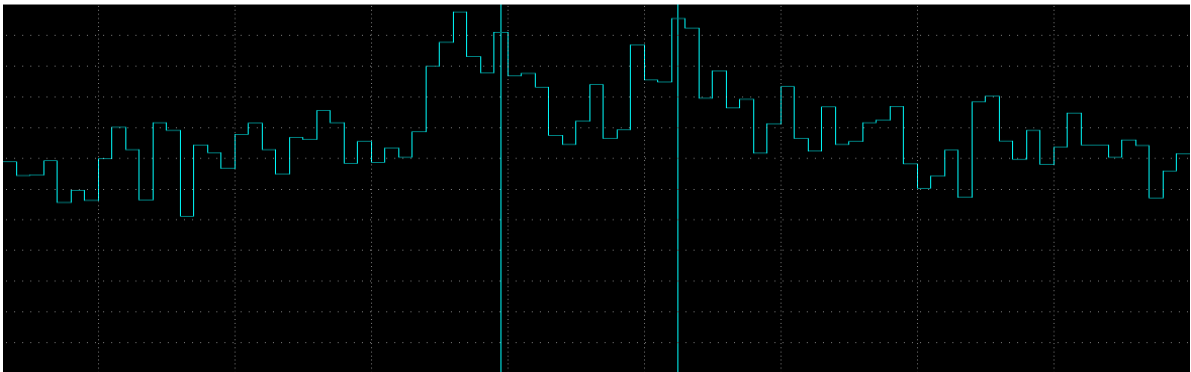
**Interval 3**

Fig. 4.30. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 5 interval 3

$T= 840-580=260$  ;  $F= 1/260 = 0.00384615$  KHz; Freqüència 2 = 3.84Hz

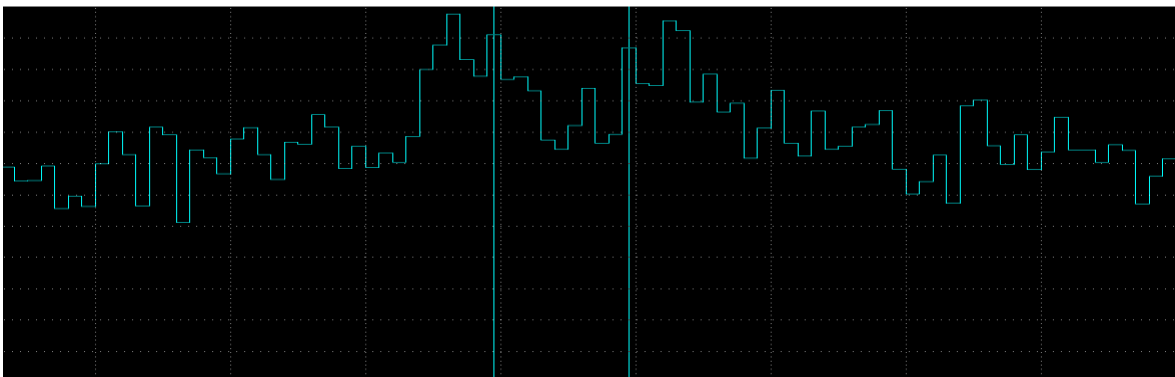
**Interval 4**

Fig. 4.31. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 5 interval 4

$T=780-580=200$  ;  $F= 1/200 = 0.005$  KHz; Freqüència 1 = 12.5Hz

### 4.1.8. Tram de baixada a 40 Km/h relleu 6

#### Interval 1

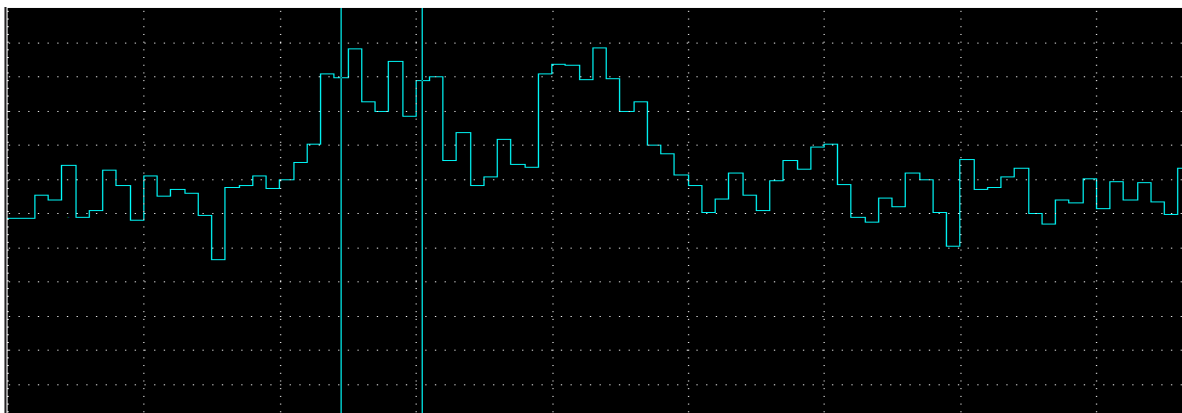


Fig. 4.32. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 6 interval 1

$T=400-280=120$  ;  $F= 1/120 = 0.008333333$  KHz; Freqüència 2 = 8.33Hz

#### Interval 2

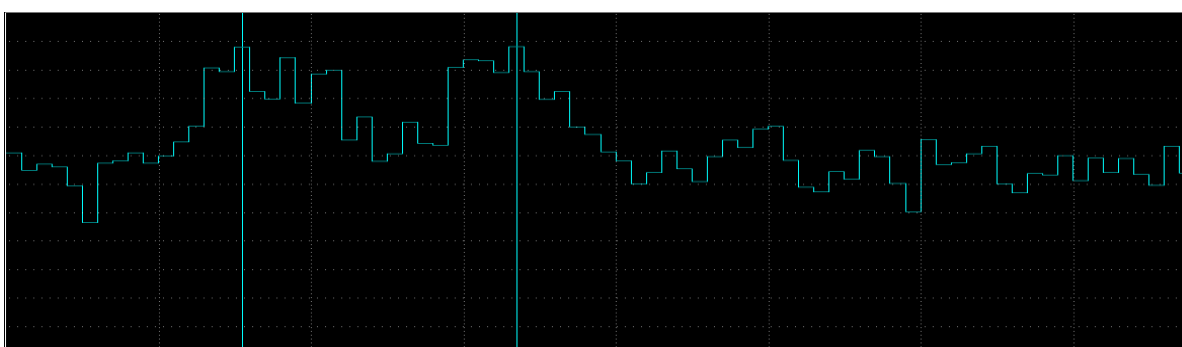


Fig. 4.33. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 6 interval 2

$T=660-300=360$  ;  $F= 1/300 = 0.002777777$  KHz; Freqüència 2 = 2.77Hz

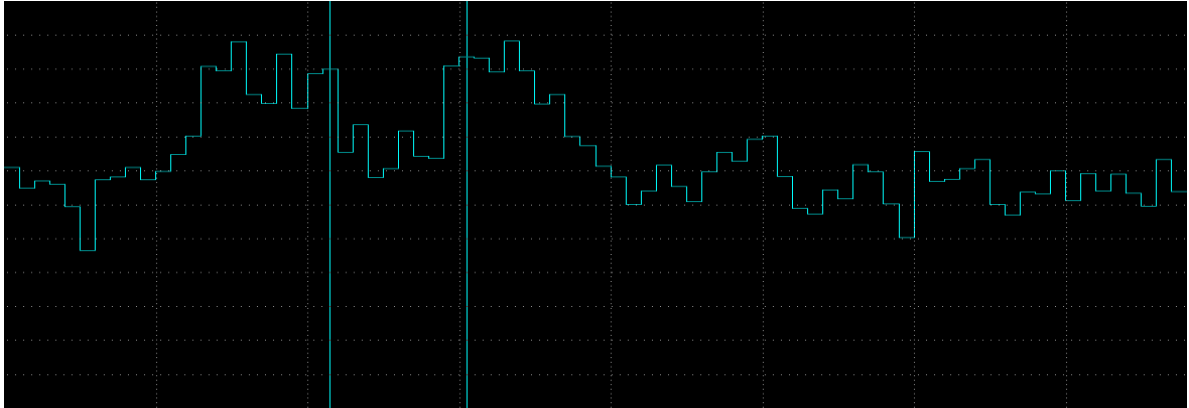
**Interval 3**

Fig. 4.34. Tram baixada a 40Km/h del Volkswagen Golf relleu 6 interval 3

$T=600-420=180$  ;  $F= 1/180 = 0.00555555$  KHz; Freqüència 3= 5.55Hz

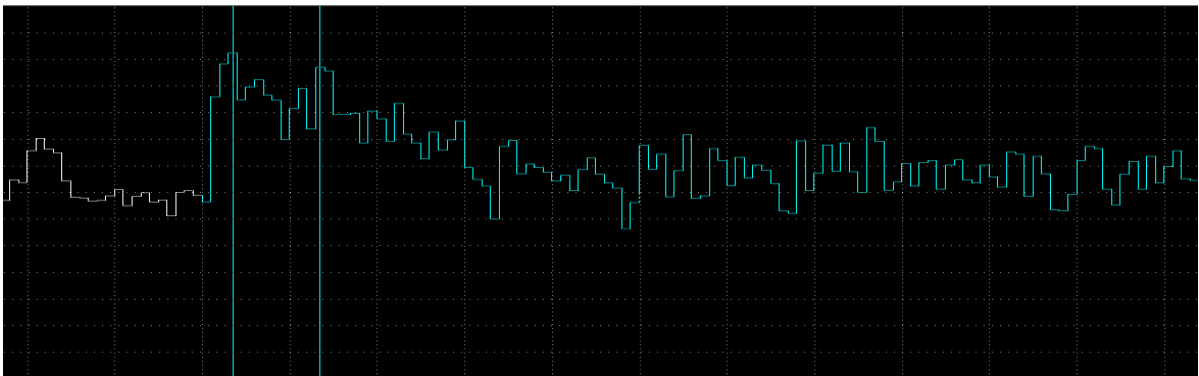
**4.1.9. Tram de baixada a 60 Km/h relleu 1****Interval 1**

Fig. 4.35. Tram baixada a 60Km/h del Volkswagen Golf relleu 1 interval 1

$T=1060-860=200$  ;  $F= 1/200 = 0.005$  KHz; Freqüència 2 = 5.0Hz

### 4.1.10. Tram de baixada a 60 Km/h relleu 2

#### Interval 2

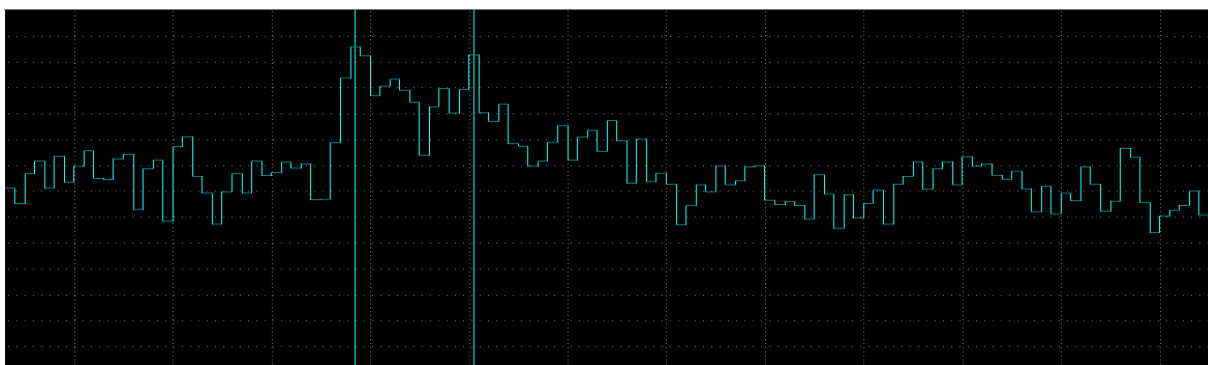


Fig. 4.36. Tram baixada a 60Km/h del Volkswagen Golf relleu 2 interval 2

$T=800-560=240$  ;  $F= 1/240 = 0.00416666$  KHz; Freqüència 2 = 4.16Hz

#### Interval 3

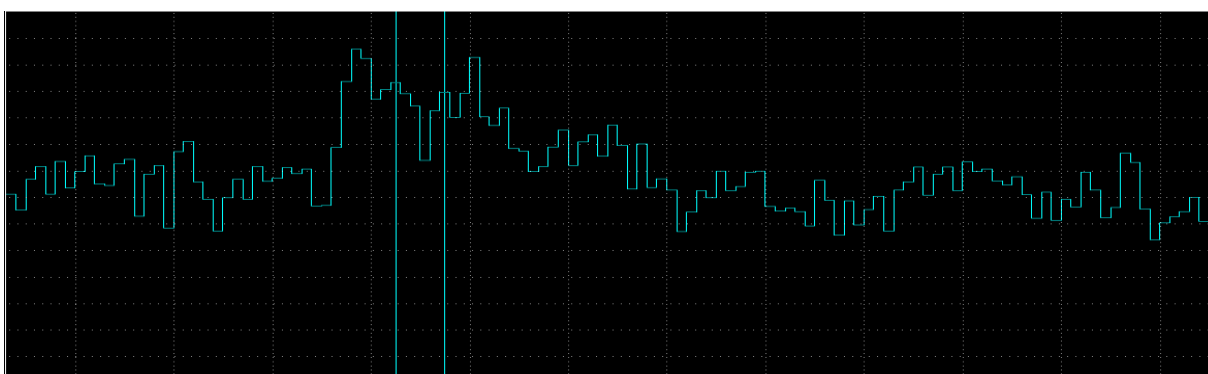


Fig. 4.37. Tram baixada a 60Km/h del Volkswagen Golf relleu 2 interval 3

$T=740-640=100$  ;  $F= 1/100 = 0.01$  KHz; Freqüència 3 = 10Hz

### 4.1.11. Tram de baixada a 60 Km/h relleu 3

#### Interval 1

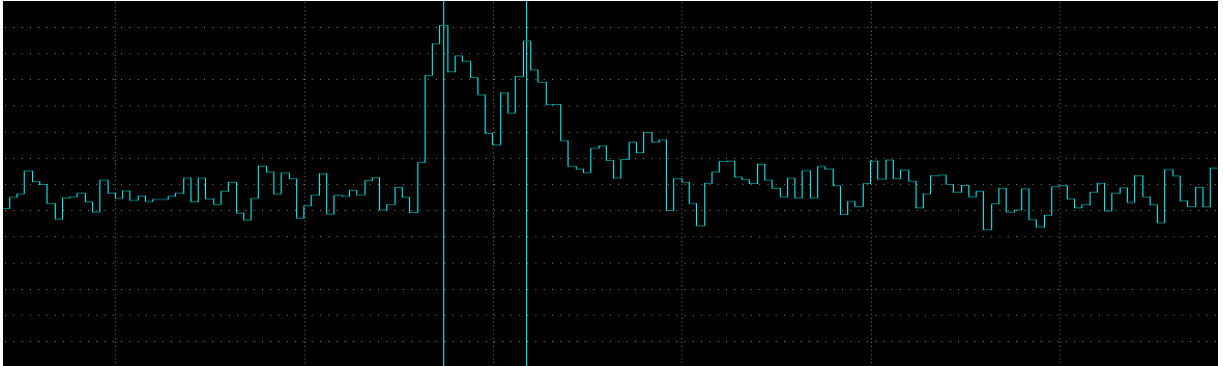


Fig. 4.38. Tram baixada a 60Km/h del Volkswagen Golf relleu 3 interval 1

$T=1080-860=220$  ;  $F= 1/220 = 0.00454545$  KHz; Freqüència 1 = 4.54Hz

### 4.1.12. Tram de baixada a 60 Km/h relleu 5

#### Interval 1

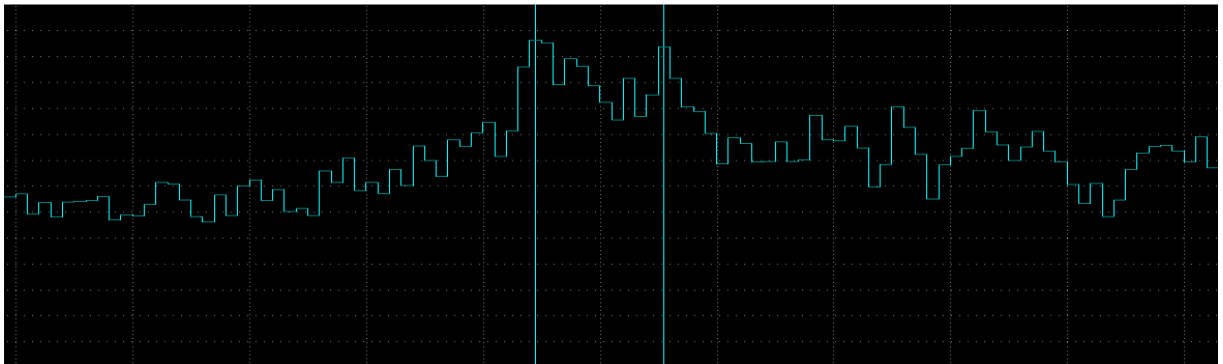


Fig. 4.39. Tram baixada a 60Km/h del Volkswagen Golf relleu 5 interval 1

$T=1100-880=220$  ;  $F= 1/220 = 0.00454545$  KHz; Freqüència 2 = 4.54Hz

### 4.1.13. Tram de baixada a 60 Km/h relleu 6

#### Interval 1

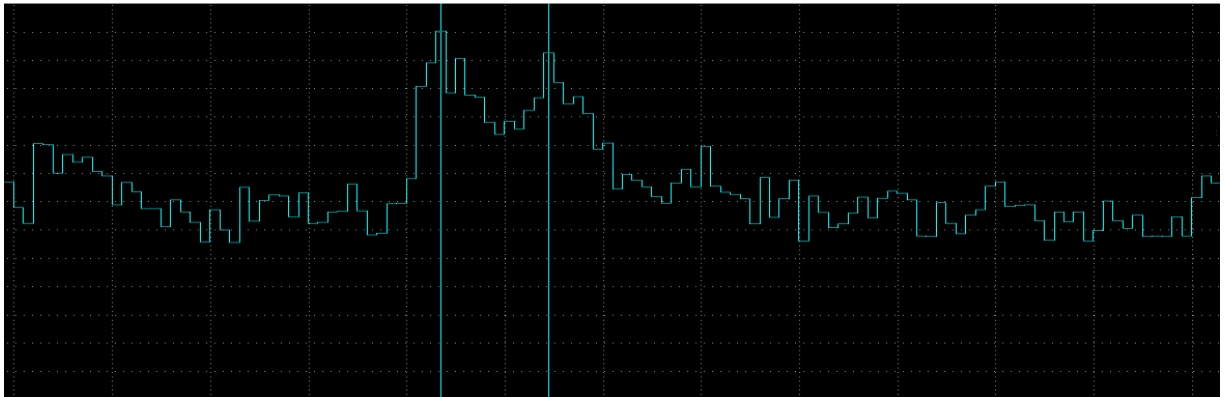


Fig. 4.40. Tram baixada a 60Km/h del Volkswagen Golf relleu 6 interval 1

$T=1080-860=220$  ;  $F= 1/220 = 0.00454545$  KHz; Freqüència 2 = 4.54Hz

Amb rao de la deducció que el temps necessari perquè la roda de darrera passes els bots es molt coincident amb el T dels amortidors i per tant la dificultat per poder-los observar en les gràfiques, es desestima el tram de baixada de 60 Km/h .

## 4.2. Detecció en el Citroën C5

### 4.2.1 Tram de baixada a 20 Km/h relleu 1

#### Interval 1 i Interval 2

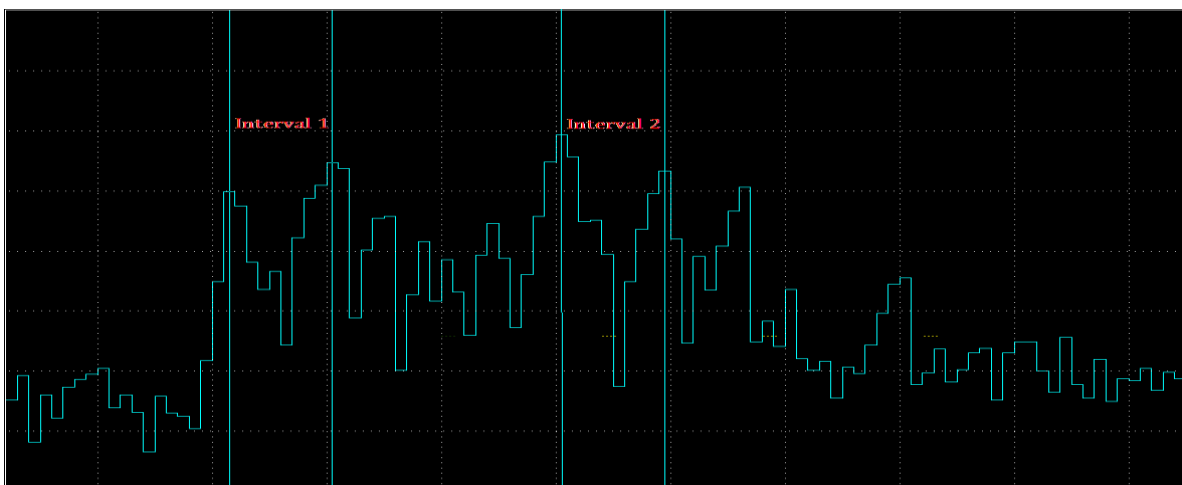


Fig. 4.41. Tram baixada a 20Km/h del Citroën C5 relleu 1

$T = 600 - 420 = 180$  ;  $F = 1/180 = 0.005555 \text{ KHz}$ ; Freqüència 1 = 5.5Hz.

$T = 180 - 000 = 180$ ;  $F = 1/180 = 0.005555 \text{ KHz}$ ; Freqüència 2 = 5.5Hz.

## 4.2.2 Tram de baixada a 20 Km/h relleu 2

### Interval 1 i Interval 2

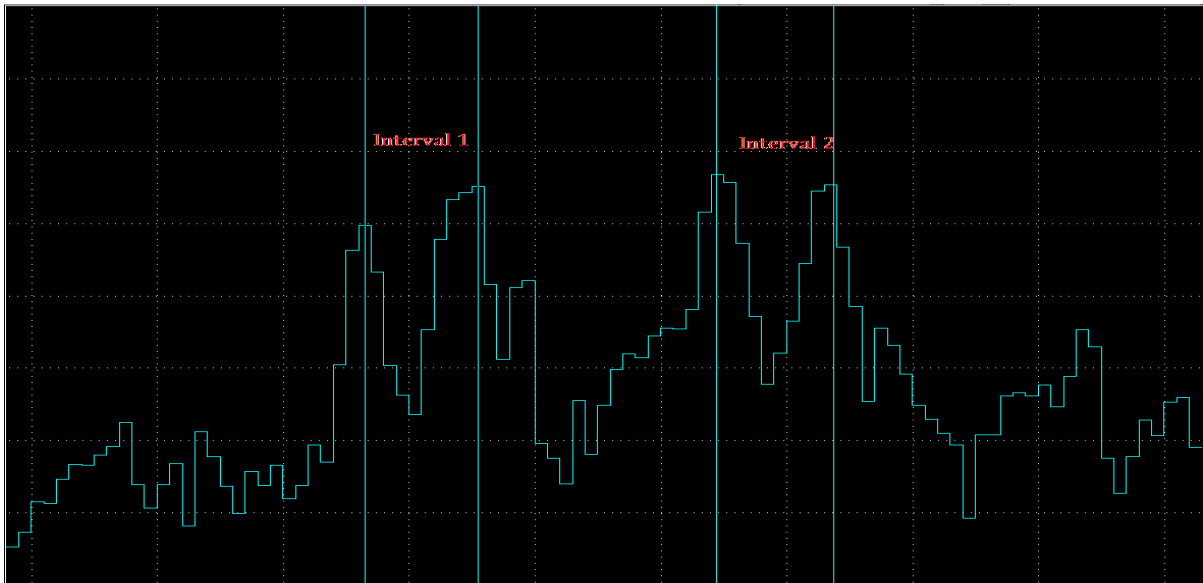


Fig. 4.41. Tram baixada a 20Km/h del Citroën C5 relleu 2.

$T = 500 - 320 = 180$  ;  $F = 1/180 = 0.005555 \text{ KHz}$ ; Freqüència 1 = 5.5Hz.

$T = 1060 - 880 = 180$ ;  $F = 1/180 = 0.005555 \text{ KHz}$ ; Freqüència 1 = 5.5Hz.



### 4.2.3. Tram de baixada a 20 Km/h relleu 3

#### Interval 1 i Interval 2

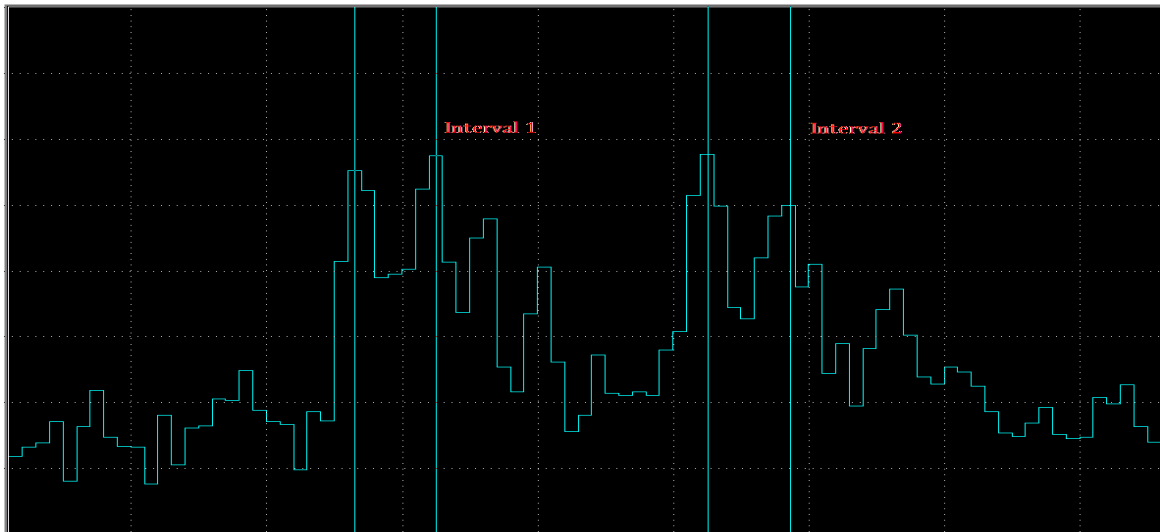


Fig. 4.41. Tram baixada a 20Km/h del Citroën C5 relleu 3.

$T = 1040-920=120$  ;  $F = 1/120 = 0.008333$  KHz; Freqüència 1 = 8.33Hz.

$T = 560-440=120$ ;  $F = 1/120 = 0.008333$  KHz; Freqüència 2 = 8.33Hz.

### 4.2.4. Tram de baixada a 20 Km/h relleu 5

#### Interval 1 i Interval 2

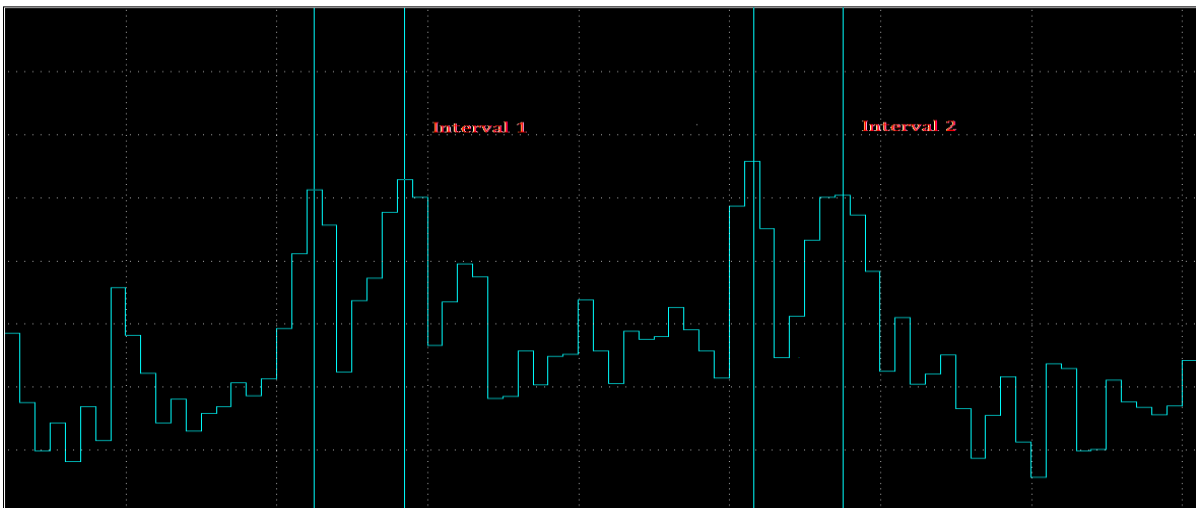


Fig. 4.41. Tram baixada a 20Km/h del Citroën C5 relleu 5.

$T = 960-840=120$  ;  $T = 1/120 = 0.008333$  KHz; Freqüència 1 = 8.33Hz.

$T = 540-420=120$ ;  $T = 1/120 = 0.008333$  KHz; Freqüència 2 = 8.33Hz.

#### 4.2.5. Tram de baixada a 40 Km/h relleu 1

##### Interval 1 i Interval 2

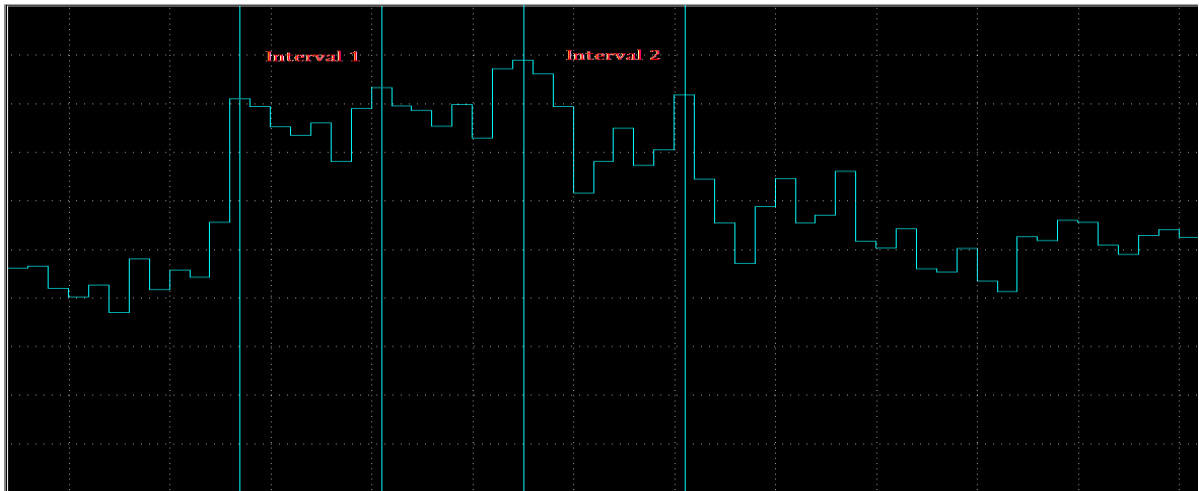


Fig. 4.41. Tram baixada a 40Km/h del Citroën C5 relleu 1

$T = 1000-860=140$  ;  $F = 1/140 = 0.00714285$  KHz; Freqüència 1 = 7.14Hz.

$T = 300-140=160$ ;  $F = 1/160 = 0.00625$  KHz; Freqüència 2 = 6.25Hz.

#### 4.2.6. Tram de baixada a 40 Km/h relleu 2

##### Interval 1 i Interval 2

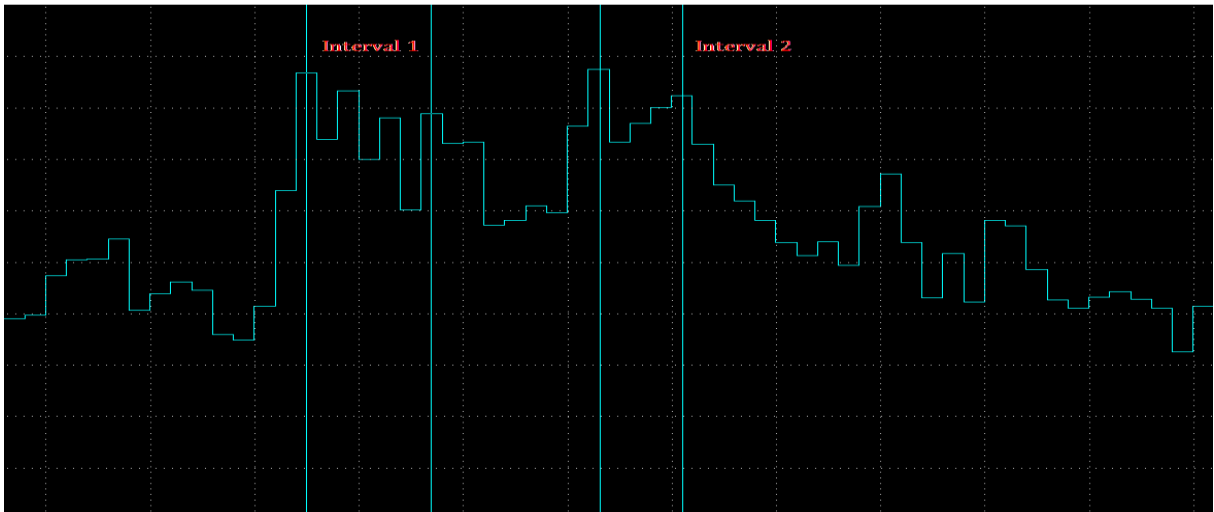


Fig. 4.41. Tram baixada a 40Km/h del Citroën C5 relleu 2.

$T = 460-340=120$  ;  $F = 1/120 = 0.0083333$  KHz; Freqüència 1 = 8.33Hz.

$T = 700-620=80$ ;  $F = 1/80 = 0.0125$ KHz; Freqüència 2 = 8.33Hz.

### 4.2.7. Tram de baixada a 40 Km/h relleu 3

#### Interval 1 i Interval 2

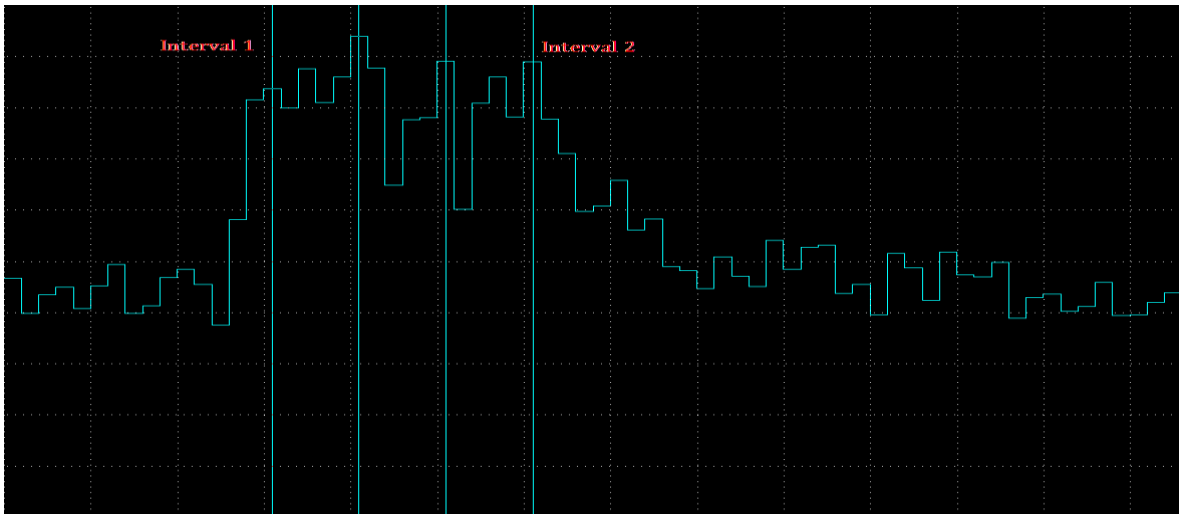


Fig. 4.41. Tram baixada a 40Km/h del Citroën C5 relleu 3

$T = 700-600=100$  ;  $F = 1/100 = 0.01$  KHz; Freqüència 1 = 10Hz.

$T = 900-800=100$ ;  $F = 1/100 = 0.01$  KHz; Freqüència 1 = 10Hz.

### 4.2.8. Tram de baixada a 40 Km/h relleu 5

#### Interval 1 i Interval 2

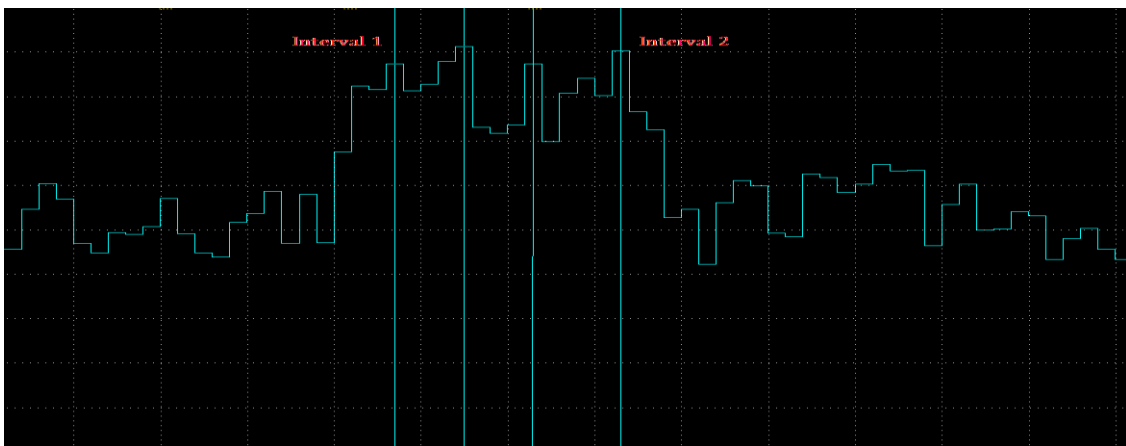


Fig. 4.41. Tram baixada a 40Km/h del Citroën C5 relleu 5.

$T = 740-660=80$  ;  $T = 1/80 = 0.0125$  KHz; Freqüència 1 = 5.5Hz.

$T = 920-820=100$ ;  $T = 1/100 = 0.01$  KHz; Freqüència 1 = 5.5Hz.

#### 4.2.9. Tram de baixada a 60 Km/h relleu 3

##### Interval 1

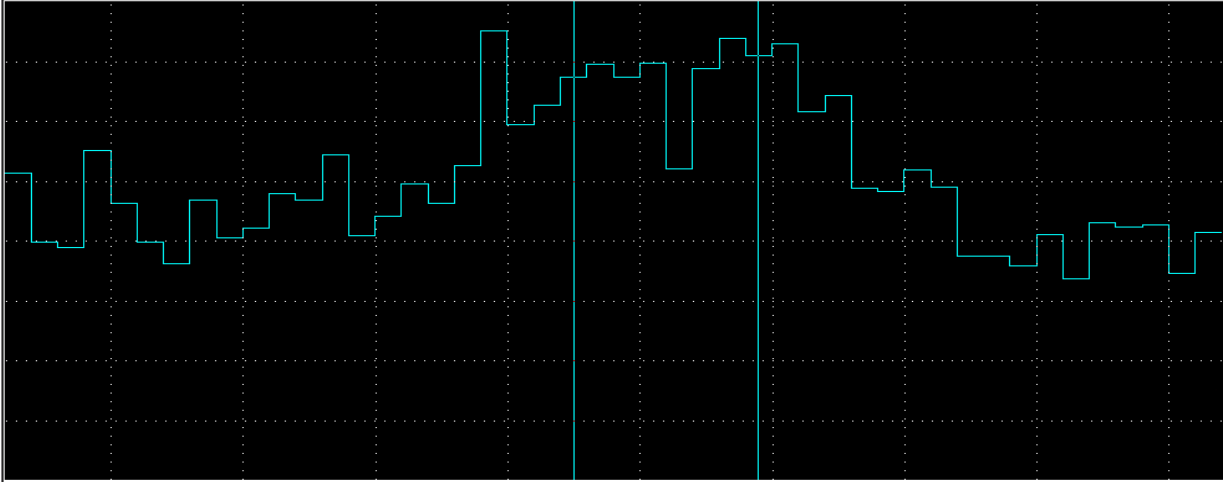


Fig. 4.41. Tram baixada a 60Km/h del Citroën C5 relleu 3.

$T = 880 - 740 = 140$  ;  $F = 1/140 = 0.007142857$  KHz; Freqüència 1 = 7.14Hz

#### 4.2.10. Tram de baixada a 60 Km/h relleu 5

##### Interval 1

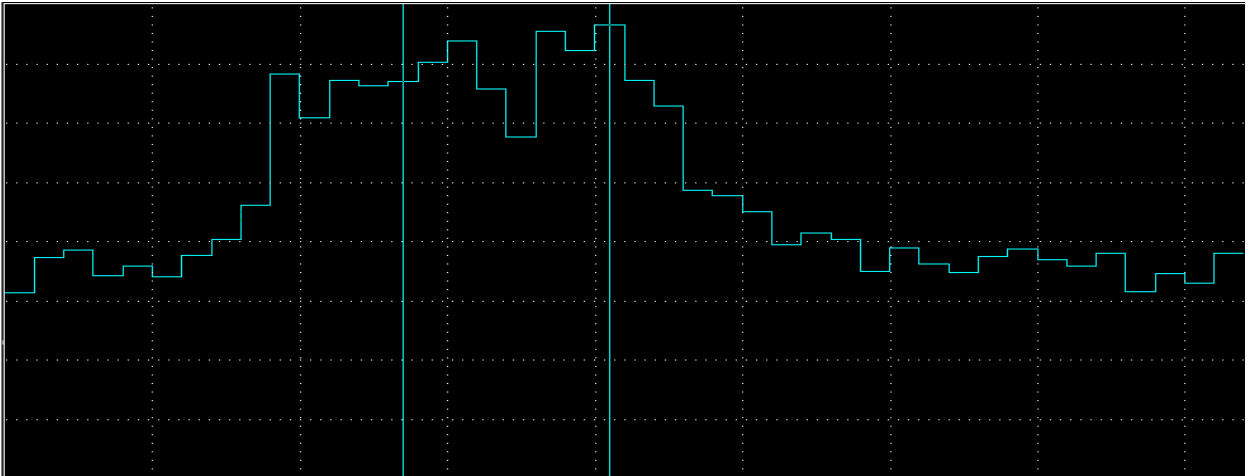


Fig. 4.41. Tram baixada a 60Km/h del Citroën C5 relleu 1 interval 1

$T = 300 - 160 = 140$  ;  $F = 1/180 = 0.005555556$  KHz; Freqüència 1 = 5.5Hz.

### 4.2.11. Tram de baixada a 60 Km/h relleu 6

#### Interval 1

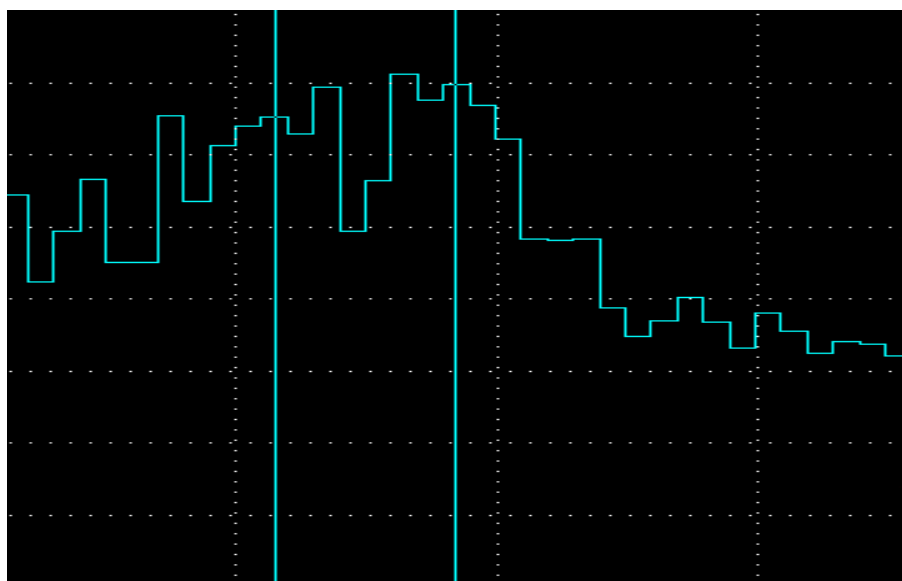


Fig. 4.41. Tram baixada a 60Km/h del Citroën C5 relleu 6.

$T = 560 - 420 = 140$  ;  $F = 1/140 = 0.007142857$  KHz; Freqüència 1 = 7.14Hz.



## 5. Càlculs i gràfiques.

### 5.1. Taules de la mitjana del període i l'espai recorregut.

C5	
T (ms)	Hz (Hz)
180	0,00555556
180	0,00555556
120	0,00833333
120	0,00833333
140	0,00714286
120	0,00833333
100	0,01
80	0,0125
140	0,00714286
140	0,00714286
140	0,00714286

Taula 5.1. Taula resum de períodes i freqüències del Citroën C5

Golf	
T (ms)	F (Hz)
140	0,00714286
140	0,00714286
140	0,00714286
100	0,01
120	0,00833333
120	0,00833333
100	0,01
120	0,00833333

Taula 5.1. Taula resum de períodes i freqüències del Volkswagen Golf

Mitjana Volkswagen Golf	127,6136
Mitjana Citroën C5	132,7272
Mitjana conjunta	127,6136

Taula 5.3. Taula resum de la mitjana dels períodes.

V (Km/h)	V (m/s)	e (127,6136 ms)
10	2,8	0,35
20	5,6	0,71
30	8,3	1,06
40	11,1	1,42
50	13,9	1,77
60	16,7	2,13
70	19,4	2,48
80	22,2	2,84
90	25,0	3,19
100	27,8	3,54
110	30,6	3,90
120	33,3	4,25
130	36,1	4,61
140	38,9	4,96
150	41,7	5,32
160	44,4	5,67
170	47,2	6,03
180	50,0	6,38
190	52,8	6,74
200	55,6	7,09
210	58,3	7,44
220	61,1	7,80
230	63,9	8,15
240	66,7	8,51
250	69,4	8,86
260	72,2	9,22
270	75,0	9,57
280	77,8	9,93

Taula 5.4. Taula de relació entre velocitats i espai recorregut en un temps determinat



## 5.2. Taules de màxims i gràfiques.

### 5.2.1. Taula i gràfica Volkswagen Golf

20	30	40	50	60
134	136	135	141	131
132	133	133	143	133
133	136	137	146	134
130	137	132	137	142
134	136	139	143	140
133	132	134	132	143
135	137	138	145	
931	947	948	987	823
<b>133</b>	<b>135,28571</b>	<b>135,42857</b>	<b>141</b>	<b>137,16667</b>

Taula 5.6.Promig de màxims absoluts (db) en el Volkswagen Golf

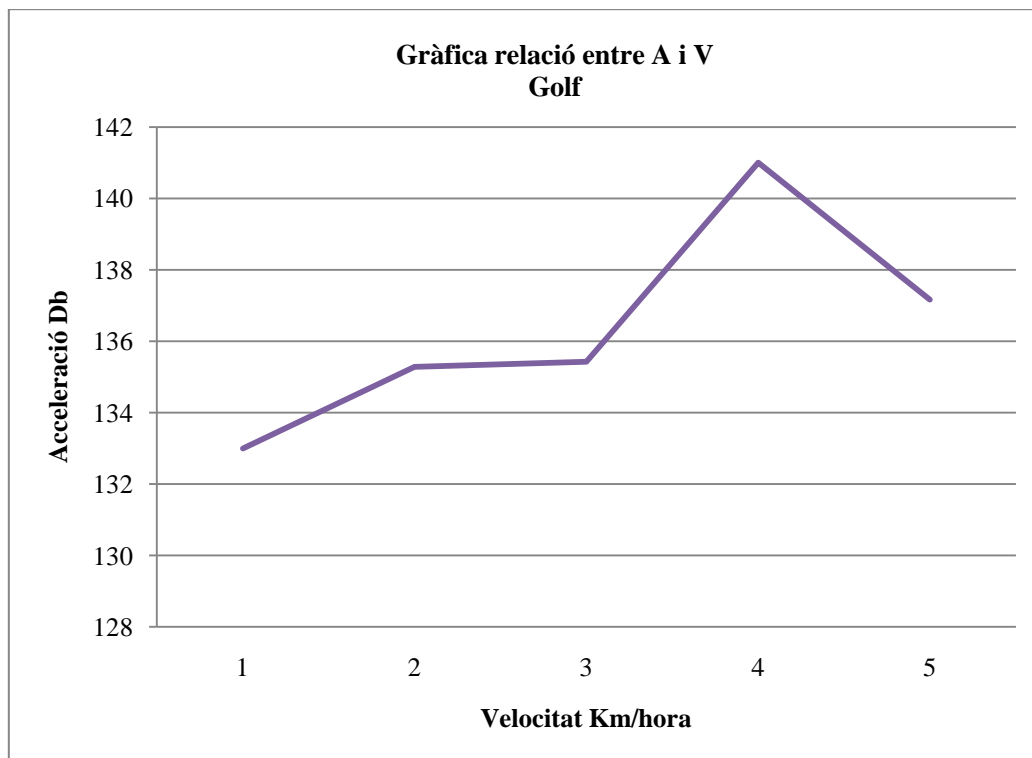


Fig. 5.1. Gràfica de la relació entre l'acceleració i la velocitat en el Volkswagen Golf

### 5.2.2. Taula i gràfica Citroën C5

20	30	40	50	60
129	130	134	138	130
128	132	134	136	126
128	131	137	136	136
127	128	133	137	137
127	133	135	138	135
128	129	135	137	136
134	130	136	138	
901	913	944	960	800
<b>128,71429</b>	<b>130,42857</b>	<b>134,85714</b>	<b>137,14286</b>	<b>133,33333</b>

Taula 5.5.del promig de màxims absoluts en el Citroën C5

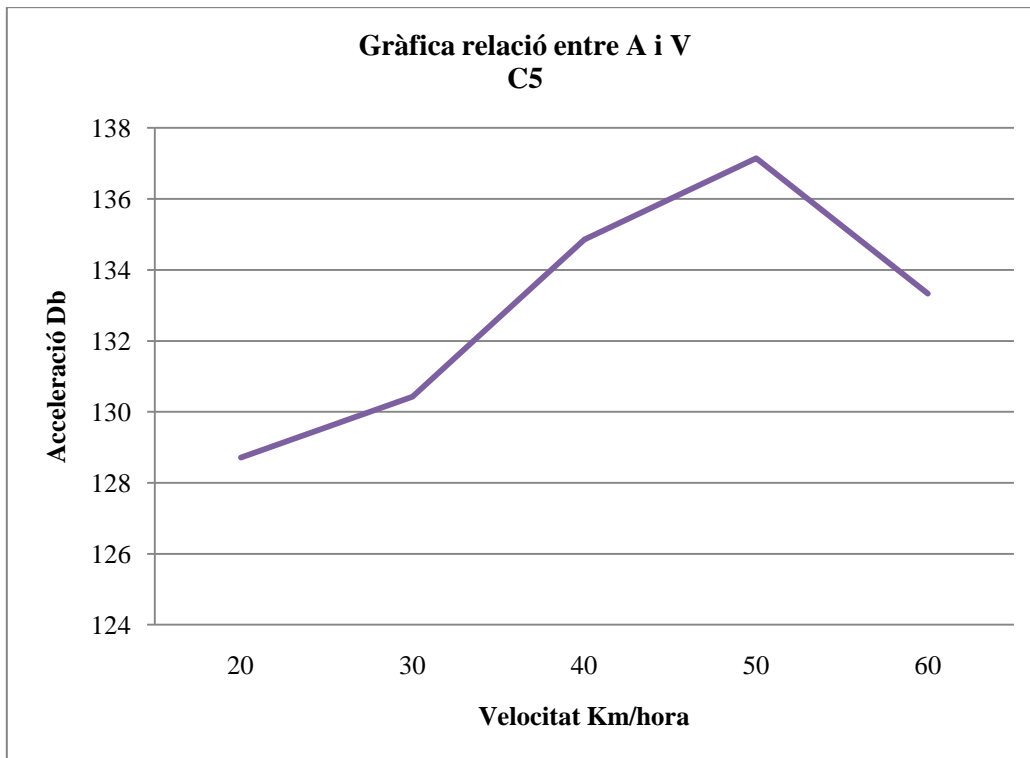


Fig. 5.2. Gràfica de la relació entre l'acceleració i la velocitat en el Citroën C5

### 5.2.3. Taula i gràfica conjuntes dels dos cotxes

128,714	130,428	134,857	137,142	133,333	Citroën C5
133	135,285	135,428	141	137,1666	Volkswagen Golf
261,714	265,713	270,285	278,142	270,4996	Suma
<b>130,857</b>	<b>132,8565</b>	<b>135,1425</b>	<b>139,071</b>	<b>135,2498</b>	Mitjana

Taula 5.7. del promig de màxims absoluts (db) dels dos cotxes

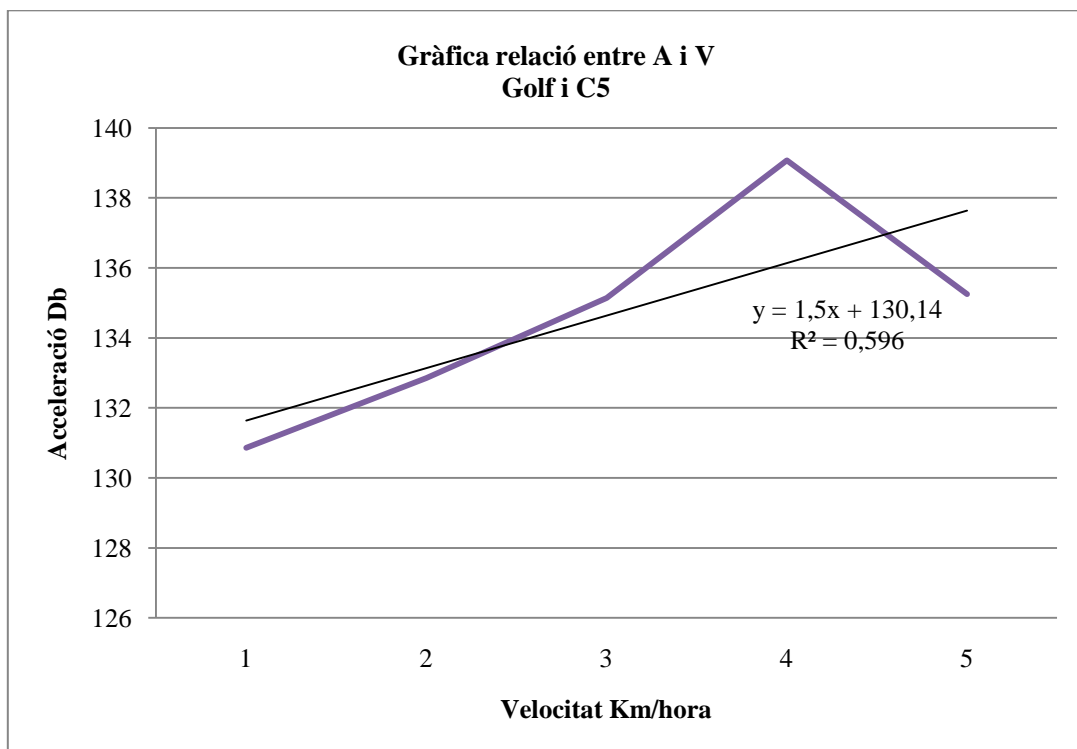


Fig. 5.2. Gràfica de la relació entre l'acceleració i la velocitat en el Citroën C5



## 6. Justificació del comportament del amortidor i el pneumàtic a velocitats altes.

Com s'ha vist el pneumàtic de la roda absorbeix una part de l'impacte a certes velocitats, com més alta sembla que els seu comportament es més intens.

Tot i que s'havia donat per fet que l'amortidor era tot un sol sistema, en realitat i davant del fet que a més velocitat l'impacta en l'amortidor es menor, hem de arribar a admetre que no es pot comportar com un sol sistema sinó que l'amortidor i el pneumàtic funcionen de manera diferent.

Així doncs s'ha de descartar la solució que es buscava d'entrada de posar dues bandes més baixetes que les actuals i que per tant que el seu impacte acústic fos més petit, i que una excites l'amortidor i l'altre fes que l'amortidor rebés en el punt més baix d'oscil·lació l'impacte de la banda.

S'ha deduït que mentre l'amortidor i tot el seu sistema de suspensió es comporta com un element que absorbeix el cops en un rang de freqüències molt gran, arriba un punt on es el pneumàtic qui comença a absorbir aquest impacte a una freqüència mes alta.

S'ha buscat una analogia en el mont de l'electrònica i s'ha trobat en aquest circuit.

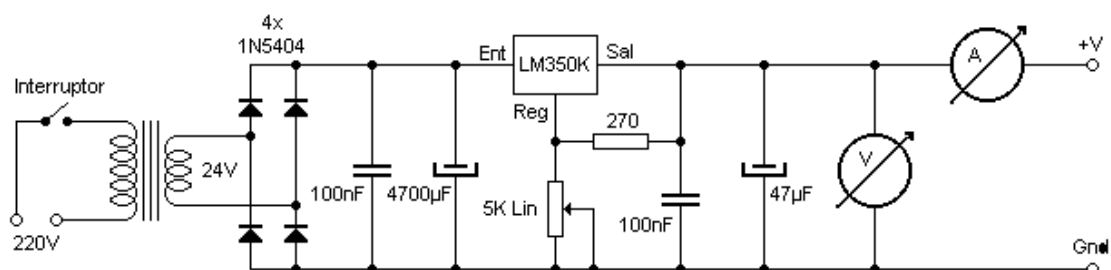


Fig.6.1 Font d' alimentació regulable

En la figura s'aprecia com es té dos condensadors en paral·lel, un de 100 nanofarads i l'altre de 4700 microfarads.

El fet es que en aquest cas el de 4700 microfarads equivaldria a la suspensió i el de 100 nanofarads al pneumàtic.

S'observa com dos condensadors en paral·lel de aquestes dues magnituds sumades no varien gaire de valor respecte el mes gran, llavors quina es la seva utilitat?

Doncs la funció de aquest petit condensador no es més que la de tallar les freqüències més altes, clar que s'ha de tenir en compte que el material de construcció dels dos condensadors és diferent l'un de l'altre, així també ho són el de l'amortidor i el pneumàtic.

El material del que està fet un pneumàtic és també emprat i mesclat per a fer altres materials com per exemple pilotes de tennis, un material com el cautxú sintètic es comporta de una manera adquireix unes propietats diferents si li introdueixen una pressió superior a l'interior respecte l'exterior, així s'aconsegueix que la seva capacitat de alliberar força en sentit contrari al de l'impacte sigui més gran.

Un pneumàtic té una freqüència de vibració que correspon a un Sol de segona octava.

## 7. Observacions, deduccions i raonaments

A la hora de identificar les bandes s'han tingut en compte totes les mesures, tant pujades com baixades, en canvi, a la hora de estudiar el comportament de les rodes davant de una banda tant sols s'han tingut en compte les baixades. La raó ha sigut que per a poder identificar les variacions i els passos de roda per banda, com menys interferències i més nitidesa millor, en el cas de les pujades, la mateixa gravetat feia k el cotxe hagués d'estar més revolucionat per a poder pujar i canviar de velocitat, així doncs s'ha pensat que el millor era comptar només amb les baixades que el cas es contrari i la única interferència podria ser una utilització del fre excessiva.

Això ha provocat que el en punt 4 el Volkswagen Golf tingues més figures i imatges per estudiar, el fet és que en vibrar més es feia molt difícil identificar els períodes d'una manera més encertada, així doncs s'han fet més mostres tot i que algunes fora de rang per assegurar que la mesura més plausible estigues dins la mostra de imatges, d'aquestes s'ha n'han extret tan sols les que per temps podia ser possible, tenint en compte els temps de pas per tram, banda i temps de roda a roda, aquest últim significa pas entre que la primera roda passava per la banda i que la segona també ho feia.

En el cas de les identificacions, per poder corroborar que no depenia el T (període) ni de la velocitat ni tampoc amb el model de cotxe ni tampoc amb el relleu que es podia trobar, hem comptat les baixades més separades però intentant tenir un màxim de mostres d'aquestes, així doncs hem agafat les de 20, 40 i 60 (exceptuant la del golf en la de 60)

Així s'ha trobat que un T aproximat del C5 es de 132 ms i del golf, amb menys mostres 122 ms s'ha considerat que la diferencia no es gaire significativament ja que s'està parlant de 10 ms i es té present el comportament dels amortidors mostrat a les gràfiques, es veu que per el propòsit seria adequat no diferia suficient com perquè en el la part del període de màxima baixada un cotxe no li afectes i a l'altre si.

En ultima instancia a partir de una velocitat l'impacte era més petit que anteriorment amb el cotxe a una velocitat més baixa, això es degut al comportament del pneumàtic a

unes freqüències més elevades i de cop tot el conjunt no es comportava com un sol element sinó que entrava en joc el una de les parts per actuar a la seva manera, això desestimava la opció de crear unes barreres que poguéssim utilitzar per reduir la velocitat ja que a unes velocitats prou altes tant una barrera com l'altre són massa petites per poder causar un impacte significatiu i la reducció de velocitat no seria necessària, clar que tindríem la opció que les barreres fossin com a mínim com les actuals o més altes per suplir l'accés de velocitat però el motiu d'aquest estudi deixaria de tenir sentit ja que el principal objectiu seria reduir l'impacte acústic i en aquest cas l'augmentaríem.

Podria ser tema per un altre projecte mirar de aprofitar aquest fet per poder aprofundir més i buscar una manera de aprofitar-ho per poder, més endavant, dissenyar una manera de reduir la velocitat dels cotxes amb una banda o sistema que no provoqui un soroll com l'actual.