

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會

作品說明書

高職組 電子、電機及資訊科

最佳創意獎

091014

運用聲音判別後車相對速度之行車警告器

學校名稱：臺北市私立開南高級商工職業學校

作者： 職二 陳楷紘 職二 謝易潮 職二 吳佳峯	指導老師： 江明岳 張丕白
---	-----------------------------

關鍵詞：汽車防撞、汽車噪音、變換車道警示

摘要

根據102年國道事故分析A1類事故肇事原因第2位為「變換車道或方向不當」，市面上車道變換輔助系統有雷達、攝影及雷射等方式，但在大雨時雷達除電磁波能量的衰減及散射作用之外，亦會引起電磁波互極化干擾等缺點，使用影像及雷射也會受影響。由文獻得知，高速行駛車輛輪胎噪音佔約91.1%，而且車輛高速行駛在雨天的較濕路面時，輪胎噪音是高於行駛在乾燥路面，研判不受雨天影響，因此我們決定運用聲音判別後車相對車速，設計去除風切頻率的收音放大，再檢波取出放大聲音之平均值作為判斷依據，當 t_{n+1} 時的電壓高於 t_n 時，表示後車快速接近送出警示訊號，反之則表示後車車速較慢送安全訊號，經實際測試效果良好，期盼本研究對降低高速公路A1類事故有貢獻。

壹、研究動機

根據 102 年國道事故分析 A1 類事故肇事原因第 2 位為「變換車道或方向不當」，因此偵測後方車輛情況之車道變換輔助系統，已成重要防撞配備，目前市面上有使用雷達、攝影及雷射等偵測方式，但在大雨時雷達除電磁波能量的衰減及散射作用之外，亦會引起電磁波互極化干擾等缺點，使用影像及雷射也會受影響，而且價格昂貴。

我們在高速公路旁常聽到，當車輛越接近時聲音就越大聲，因此我們認為可運用聲音偵測來判別後方來車之相對車速，當後車聲音越來越大時，表示後車快速接近，並對駕駛提出警訊，做為車道變換輔助，防止不當變換車道所產生的意外，當後車聲音越來越小時，表示後車速度較慢，提供駕駛一個可安全變換車道參考，降低高速公路 A1 類事故之傷亡人數。

與教材相關

科目名稱	單元	內容
電子學	濾波器	低頻濾波、高頻濾波、帶通濾波
電子學	運算放大器	反向放大器、非反向放大器、比較器
電子學	檢波器	取出交劉信號平均值
電子學	振盪器	產生脈波信號

貳、研究目的

為了證實高速公路車輛輪胎噪音振幅變化及頻率分佈，我們運用汽車自行車架裝設錄影機收錄不同行車車況影音，做下列實驗分析

實驗 1：做高速公路車輛行駛中風切聲頻率及本車噪音頻譜分析及波形變化觀察

實驗 2：做高速公路車輛行駛中後車超越本車頻譜分析及波形變化觀察

實驗 3：做高速公路車輛行駛中本車超越前車頻譜分析及波形變化觀察

實驗 4：做一般道路車輛行駛(較低時速)中各種車況頻譜分析及波形變化觀察

希望經由上述實驗可以正確濾掉風切生頻率，提高運用輪胎噪音音頻做為判斷後車接近警示的準確度。

參、研究設備及器材

一、 錄影設備

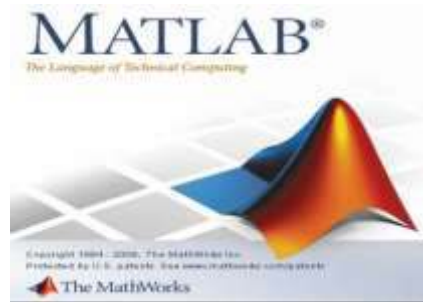


圖 1.休旅車自行車架(架設錄影機用)



圖 2.錄影機

二、 頻譜分析軟體(威力導演做影音信號處理，MATLAB 做頻譜分析)



三、 濾除風切聲實驗用之等化器



圖 3.等化器照片

肆、研究過程或方法

一、研究流程

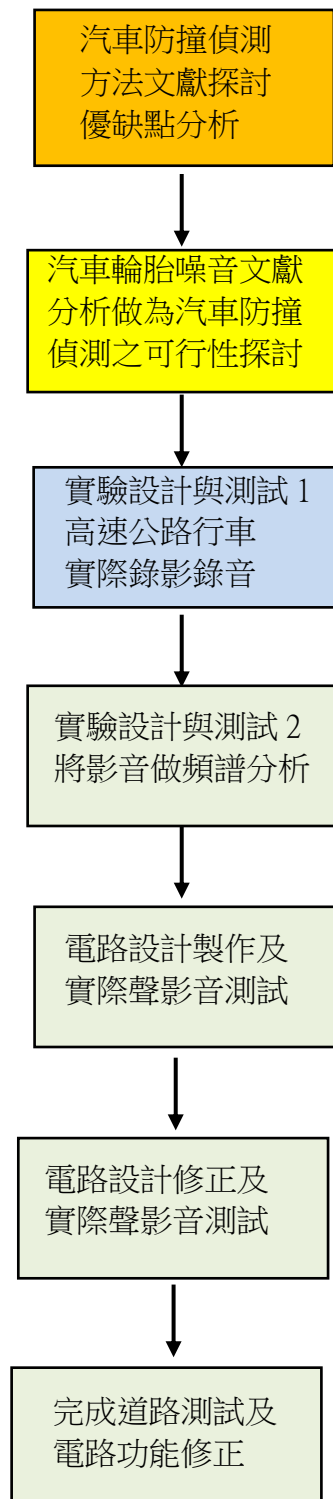


圖 4.研究流程圖

二、文獻探討

(一)高速公路事故分析

國道高速公路事故資料係由內政部警政署國道公路警察局登錄統計，國道公路事故分為A1、A2、A3三大類，A1類交通事故係指造成人員當場或24小時內死亡之交通事故，A2類交通事故則是指造成人員受傷或24小時後死亡之案件，A3類指車輛碰撞造成財損，但無人員傷亡案件。

102年高速公路全線共發生65件A1類交通事故、70人死亡、70人受傷，肇事率為0.0022件/mvk，死亡率為0.0024人/mvk，受傷率為0.0024人/mvk。相較於101年A1類事故發生件數增加8件(+14%)、死亡人數增加3人(+4.5%)、受傷人數減少32人(-31.4%)。違規取締總件數部分，102年件數約為61.1萬件，較101年減少約4.8萬件(-7.2%)。

表 1. 100~102年交通事故統計比較表

類別	名稱	100年	101年	102年	102年較上年 增減數	102年較上年 增減率(%)
A1	件數(件)	62	57	65	8	14.0%
	死亡(人)	72	67	70	3	4.5%
	受傷(人)	47	102	70	-32	-31.4%
A2	件數(件)	1062	1081	1,168	87	8.0%
	受傷(人)	1,702	1,690	1,873	183	10.8%
A3	件數(件)	16,125	16,448	17,480	1,032	6.3%
總件數(件)		17,249	17,586	18,713	1,127	6.4%

(二)高速公路 A1 肇事原因

肇事原因統計係依國道公路警察局之統計，102年肇事(A1+A2+A3)原因第1位為「未保持行車安全距離」共10,173件(佔54.4%)、第2位為「變換車道或方向不當」共1,999件(佔10.7%)、第3位為「其他引起事故之違規」共1,781件(佔9.5%)。 [1]

(三)市面上汽車防撞系統產品分析

1.雷達偵測

(1)專家分析－干擾問題

中科院楊培基博士表示近年來由於車輛安全逐漸被重視，已有多種不同防撞感測器，各項市場需求調查中以微波式防撞雷達的需求最大。一般微波式防撞雷達又可依應用區分為短距、中距及長距三種，雖然核心技術雷同，但因長距離防撞雷達

所需靈敏度高，加上量產成本及縮裝考量，技術門檻較高，資源需求較龐大。此演講以楊培基博士在雷達系統研發領域多年經驗，廣泛統整目前文獻、市場範例資料，提出在設計防撞雷達架構時各項重要考量，如頻段選擇、雷達相互干擾、信號處理、車道辨識等。[2]

Continental公司北美「先進駕駛協助系統」(ADAS)事業體主管麥康納(Dean McConnell)指出，「在不同天候中，視覺系統與雷達肯定會受影響，例如若照明不佳，攝影機察覺物體的能力會變差，不過雷達感應器在各種環境下都不受干擾」，不過感應裝置接收資訊後，還是得由處理系統做出重要決策。[3]

(2)雨天對電磁波影響—衰減與折射

降水粒子(Precipitation Particle)對電磁波的散射(Scattering)作用：在降水粒子中包括了固態的冰晶，冰雹與雪粒，以及液態的雨滴。根據學者的研究顯示(Battan, 1976)，固態的降水粒子對電磁波的衰減(Attenuation)作用非常的小而可以忽略，但當固態的降水粒子因受溫度升高的影響而開始融解時，此種包著一層水膜的溼的固態降水粒子因折射指數甚大，對電磁波具有甚高的後向散射截面(Backscattering Cross Section)，因而會導致電磁波的衰減，10GHZ以上的電磁波雨衰越明顯。[4]

2.影像與雷射

同樣受天候影響

(四)運用車輛高速行駛之輪胎噪音的可行性及雨天優勢

車輛高速行駛時，偵測後方車輛聲音判別相對速度之可行性及雨天優勢

1.車輛高速行駛的噪音分析

- (1)當車速較低或路面乾燥時，引擎噪音佔主要成分；而當車速較高或路面較濕時，輪胎噪音佔主要成分。
 - (2)高速行駛車輛的速度大於55km/h時，則以輪胎噪音為主，當車輛高速行駛時100km/h，引擎噪音約65dB(A)，輪胎噪音約78dB(A)，合成噪音78dB(A)，引擎噪音佔約8.9%，輪胎噪音佔約91.1%，而速度不同所佔百分比不同。
- 2.可行性:從車輛高速行駛的噪音分析，可知偵測後方來車聲音大小確實可知後車是否快近。
 - 3.雨天優勢:從車輛高速行駛的噪音分析，可知當車輛高速行駛在雨天的較濕路面時，輪胎噪音是高於車輛高速行駛在乾燥路面的，所以雨天的效果反而更佳。[5]

三、輪胎噪音的產生相關文獻

由於輪胎橡膠材料配方會影響抓地力、行駛噪音、耐磨里程等，胎面花紋也會影響輪胎性能，因此，在探討輪胎噪音前應先了解輪胎基本結構，一般輪胎構造可分成胎面、胎邊、簾布層、胎唇及鋼絲環帶層等，相關說明如下及圖5所示。1.胎面：輪胎與地面直接接觸部位，負責將車輛及驅動制動力傳遞至地面，通常輪胎胎面（tread）有連續直線的紋路有助於增加轉彎靈敏度，塊狀的花紋有助於排水，胎面每一塊胎塊（block）形狀若相同會增加行駛共鳴噪音，是輪胎噪音主要來源。2.胎邊：吸收路面的衝擊及掌控轉向性能，多採較柔韌的膠料以提高吸振能力，使轉向更為順暢。3.簾布層：聚脂線與橡膠組成的複合材料，為輪胎骨架之重要部分，主要在承受路面衝擊力及內部空氣壓力。4.胎唇：輪胎與輪圈接觸部位，負責把輪胎固定在輪圈上。5.鋼絲環帶層：鋼絲及尼龍層組合，主要在保護簾布層承路面衝擊及抗刺穿，增強胎面剛性，提供輪胎疲勞耐久壽命。藉由上述構造得知胎面花紋是影響輪胎噪音的最大因素，輪胎運轉時胎紋塊與地面接觸產生的拍打聲，以及胎溝內之空氣擠壓與釋放的聲音（air brone）等；另外為胎塊脫離地面時之振動所產生之胎體振動（structure borne），胎塊與接地面黏滯/滑移（Adhesion stick-snap）、胎塊本身徑向或軸向振動；最後為胎腔共鳴音（cavity resonance）等（如圖6）[7]。不同的機制會產生不同的聲音，且各機制的發生頻率範圍有些重疊，讓人難以辨識及對策，因此輪胎噪音是一個非常具挑戰性的問題。圖6所示是車輛在時速50公里時輪胎噪音分布圖[8]。

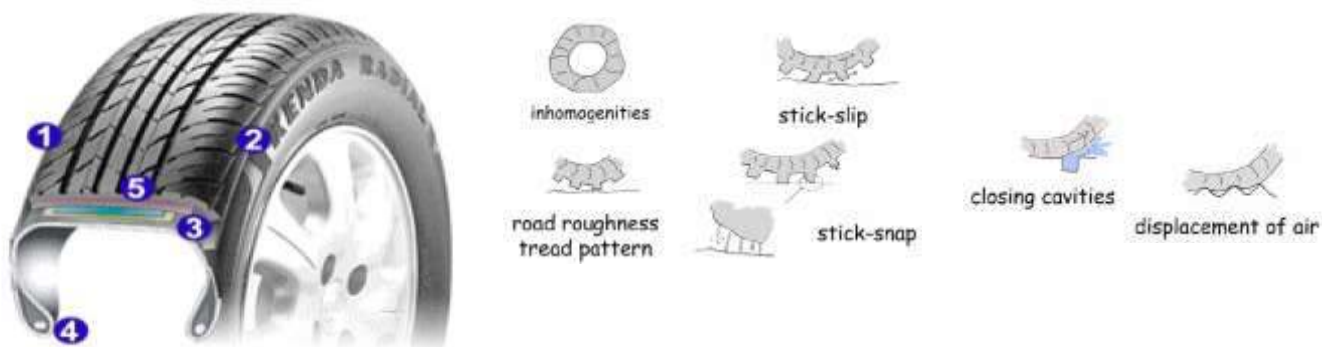


圖 5.輪胎構造及輪胎噪音產生機制

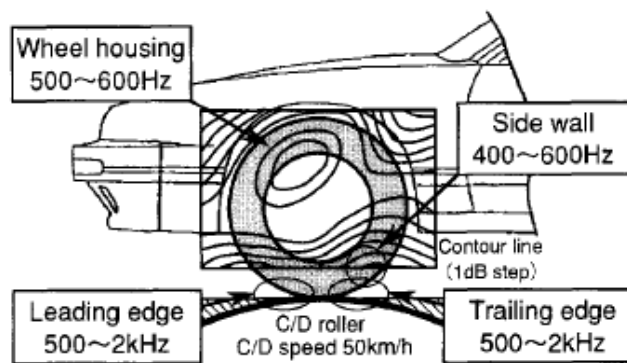


圖 6.車輛輪胎噪音分析

四、實際上路錄高速公路車況影音及分析信號

(一) 架設錄影錄攝影機



圖 A.第一次行車架設照片(麥克風未加海綿)



圖 B.第二次行車測試架設照片(麥克風加海綿)

圖 7.錄影裝置實際架設照片

(二) 道路錄影錄音



圖 A.高速公路



圖 B 高速公路.隧道

圖 8.高速公路行車測試照片

(三)實驗 1：做高速公路車輛行駛中風切聲頻率及本車噪音頻譜分析及波形變化觀察

1.道路測試路況照片(無後車接近時)時速約 90 公里



圖 9.高速公路行車測試無後車接近時照片

2.MIC 未加海綿風切聲頻率及本車噪音波形

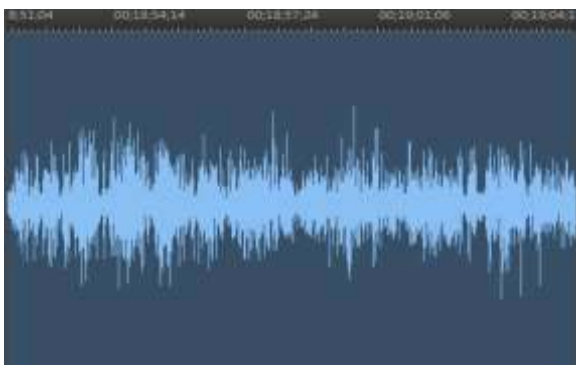


圖 10. MIC 未加海綿風切聲頻率及本車噪音波形

3. MIC 加海綿風切聲頻率及本車噪音波形

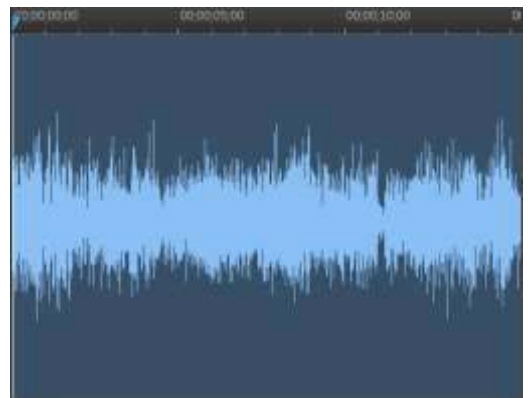


圖 11. 加海綿風切聲頻率及本車噪音波形

4. MIC 未加海綿風切聲頻率及本車噪音頻譜

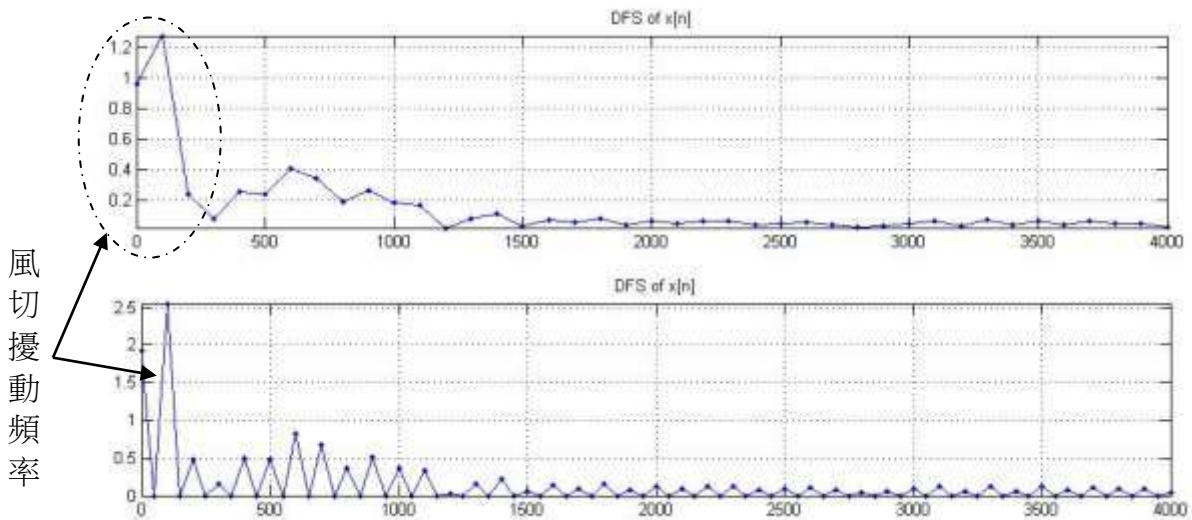
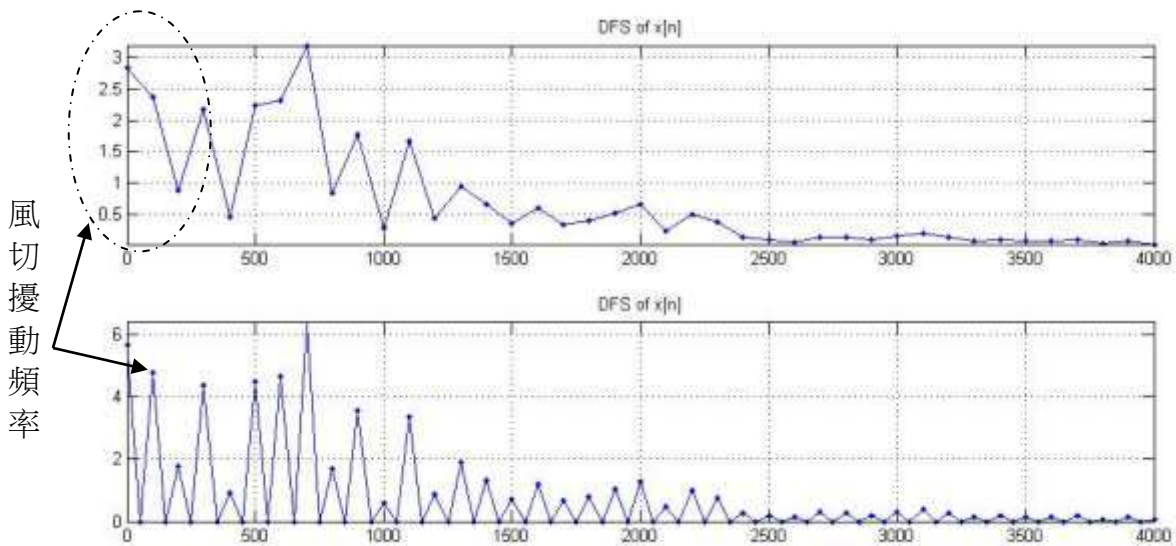


圖 12. MIC 未加海綿風切聲頻率及本車噪音頻譜

5. MIC 加海綿風切聲頻率及本車噪音波形頻譜



若以本車輪胎噪音為主信號以風切聲為音雜訊時，從圖 12 與圖 13 可知加上，麥克風有加海綿之 S/N 比確實比未加海綿佳，也證實文獻所說輪胎噪音在 800HZ 至 1200HZ 之間。風切聲頻率約在 200HZ 左右，可用濾波器濾除。本測試本車時速在 90 公里左右，輪胎噪音頻率會隨車速提高而增加。

(四)實驗 2：做高速公路車輛行駛中後車超越本車頻譜分析及波形變化觀察

測試 1：後車賓士超越本車(時速約 100 至 110 公里)

1.道路測試路況照片(後車超越本車時)



圖 14. MIC 加海綿後車超越本車照片

2.MIC 加海綿後車超越本車噪音波形

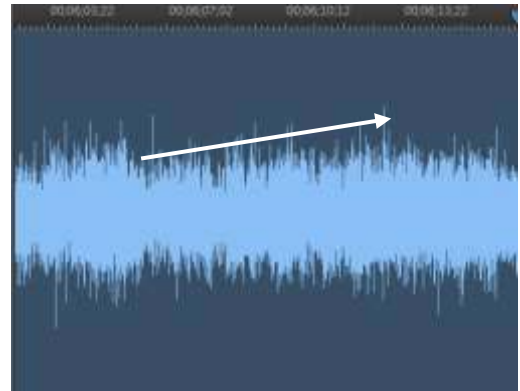


圖 15. MIC 加海綿後車超越本車噪音波形

3.MIC 加海綿後車超越本車噪音頻譜

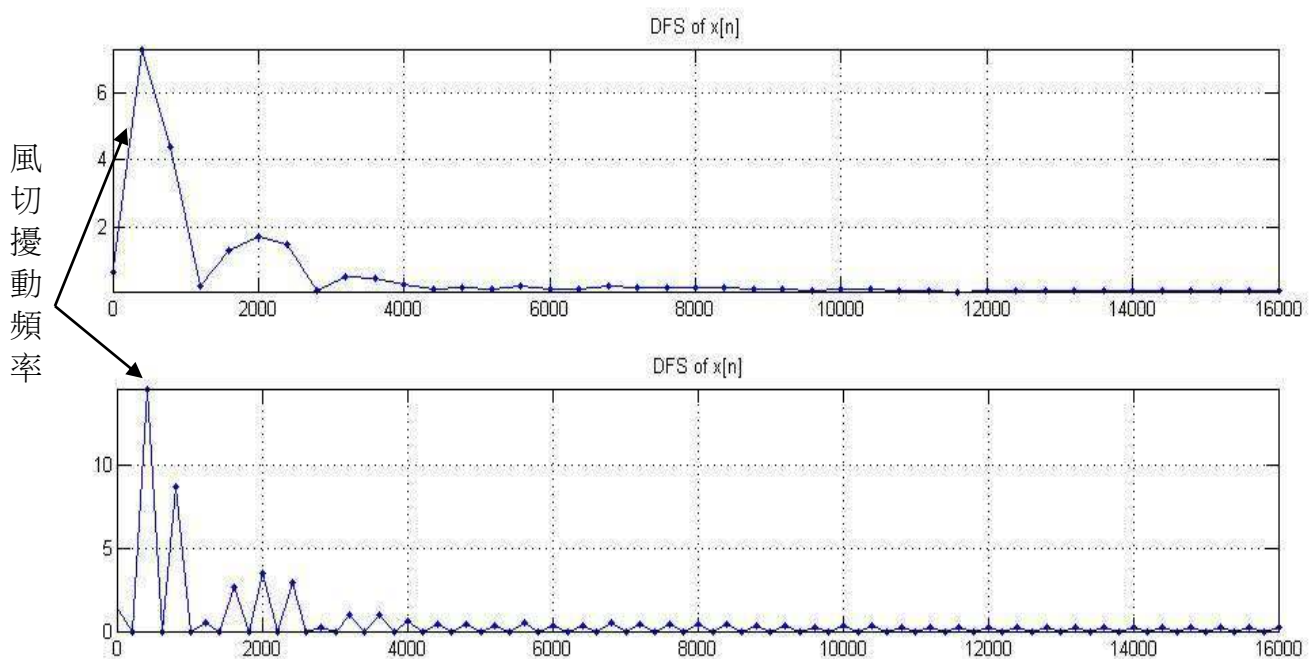


圖 16.MIC 加海綿後車超越本車噪音頻譜

分析：時速約 100 至 110 公里

1.時速提高時風切擾動頻率微高且振幅也變大，本車加後車之輪胎噪音頻率變高振幅也變大。

2.由圖 15 可知賓士接近時聲音波幅由上升趨勢。

測試 2：後車雙小客車超越本車



圖 17. MIC 加海綿後車雙小客車超越本車照片

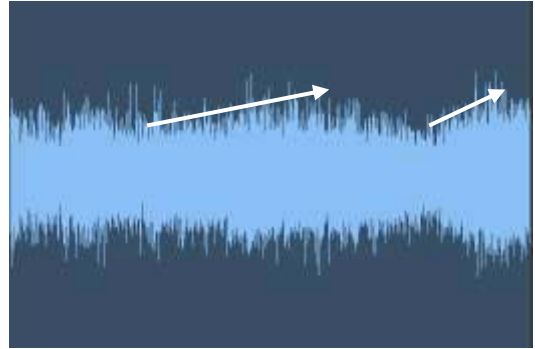


圖 18. MIC 加海綿後車雙小客車超越本車波形

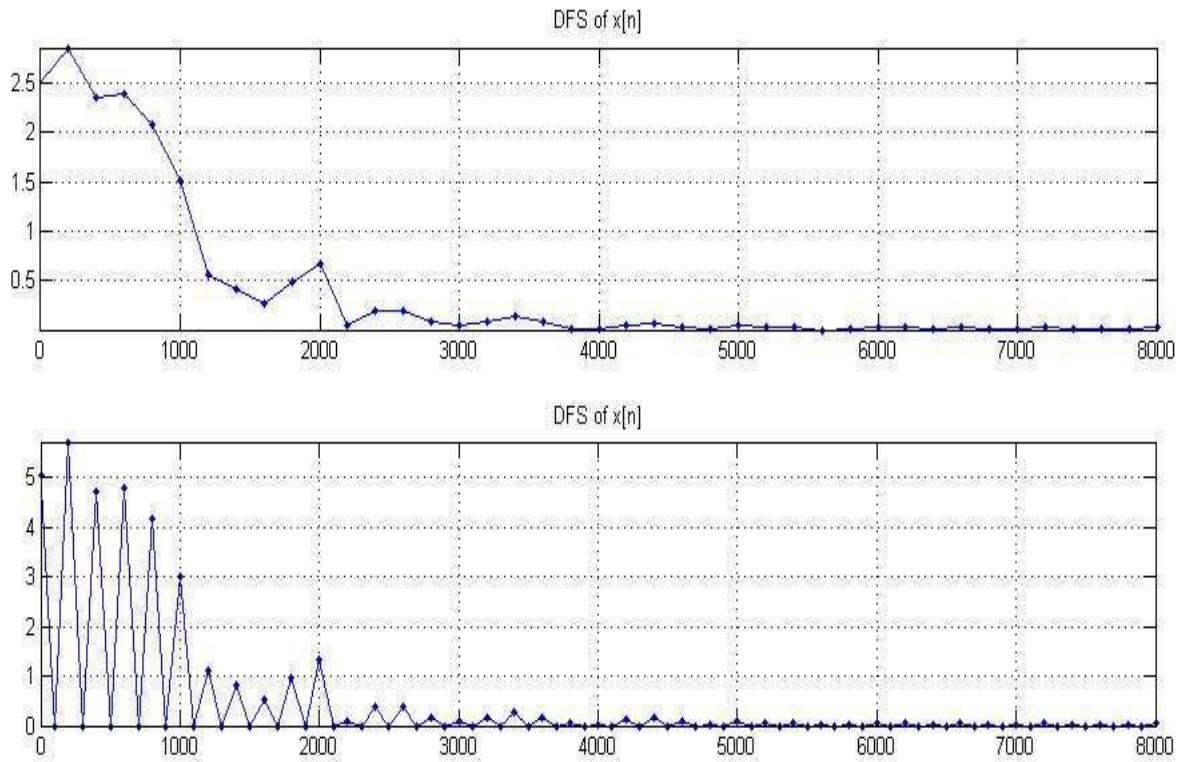


圖 19. MIC 加海綿後車雙小客車超越本車頻譜分析

分析：時速約 100 至 110 公里

1. 風切擾動頻率(200HZ~500HZ)，本車加後車之輪胎噪音頻率(800HZ~2500HZ)振幅也變大。
2. 由圖 18 可知雙車接近時聲音波幅有兩次上升趨勢。

(五) 實驗 3：做高速公路車輛行駛中本車超越前車頻譜分析及波形變化觀察

測試 1：本車超越前車時(超越大拖車)

1.道路測試路況照片



圖 20. MIC 加海綿本車超越前車照片

2.MIC 加海綿本車超越前車噪音波形

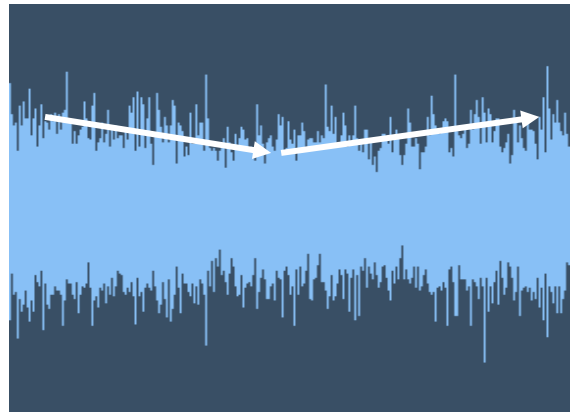


圖 21. MIC 加海綿本車超越前車噪音波形

3.MIC 加海綿本車超越前車噪音頻譜

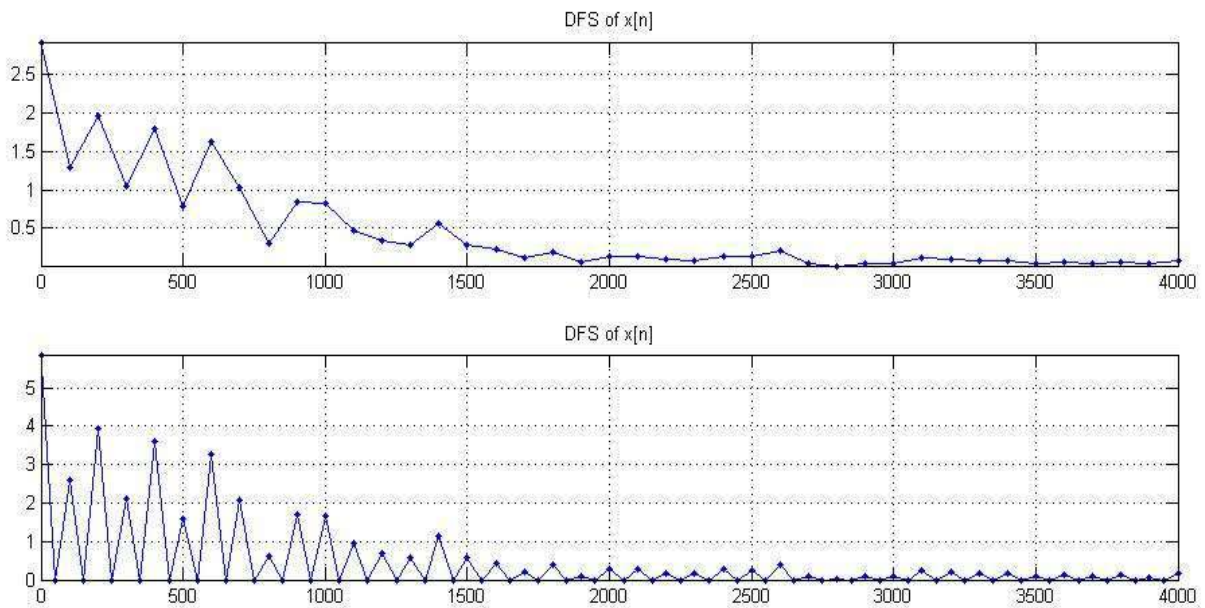


圖 22. MIC 加海綿本車超越前車噪音頻譜

分析：時速約 100 至 110 公里

1.大拖車風切擾動頻率(200HZ~500HZ)，大車之輪胎噪音頻率(600HZ~1500HZ)振幅也變大。

2.由圖 21 可知超越時聲音波幅有一次下降再上升趨勢，這與錄影機收音位置。

測試 2：本車超越前車時(超越賓士)



圖 23. MIC 加海綿本車超越前車照片

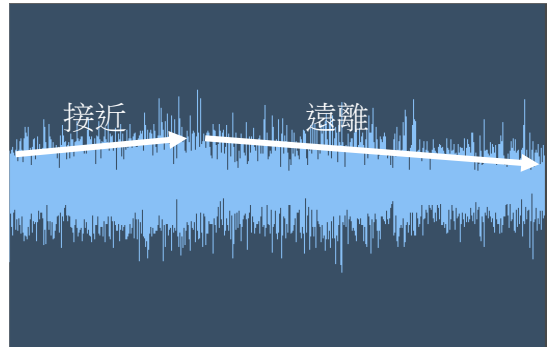


圖 24. MIC 加海綿本車超越前車波形

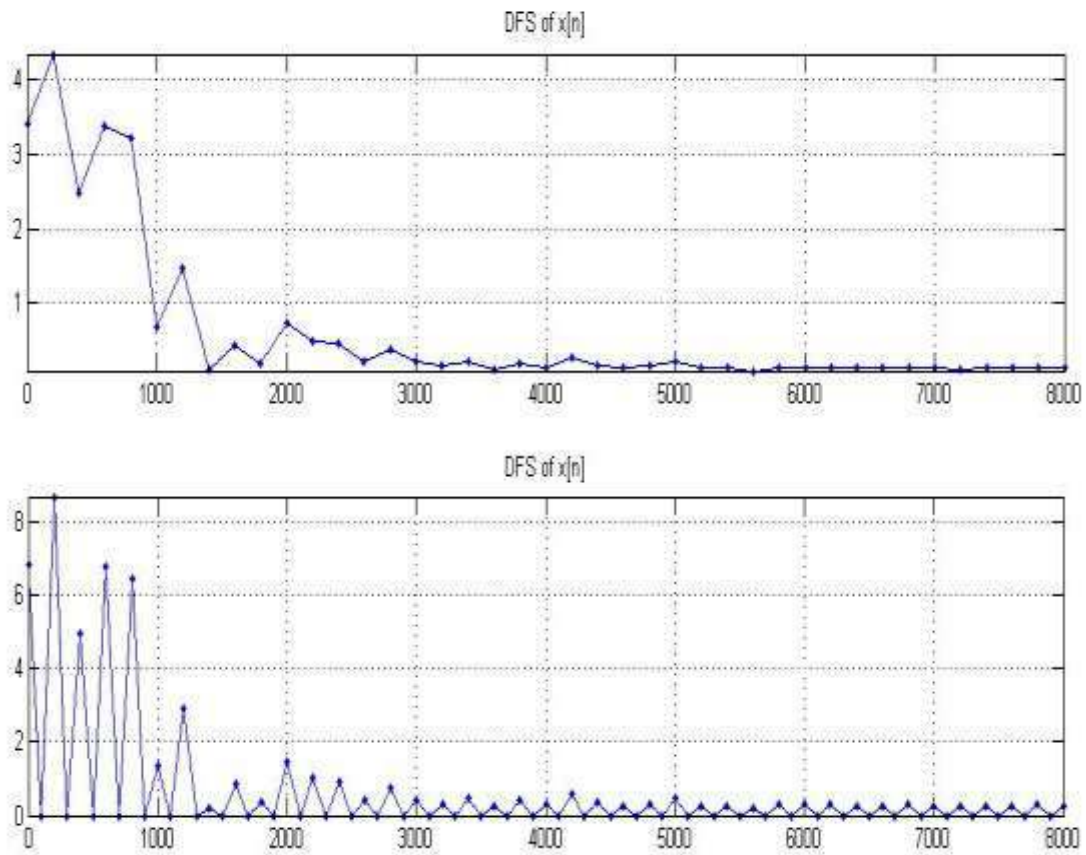


圖 25. MIC 加海綿本車超越前車頻譜分析

分析：時速約 100 至 110 公里

- 1.風切擾動頻率(200HZ~500HZ)，本車加後車之輪胎噪音頻率(800HZ~2500HZ)振幅也變大。
- 2.由圖 24 可知超越賓士時，位置接近時聲音波幅有上升趨，遠離時聲音波幅有下降趨勢。

(六) 實驗 4：做一般道路車輛行駛(較低時速)中各種車況頻譜分析及波形變化觀察

測試 1：市區小客車接近



圖 26. MIC 加海綿小客車接近照片



圖 27. MIC 加海綿小客車接近波形

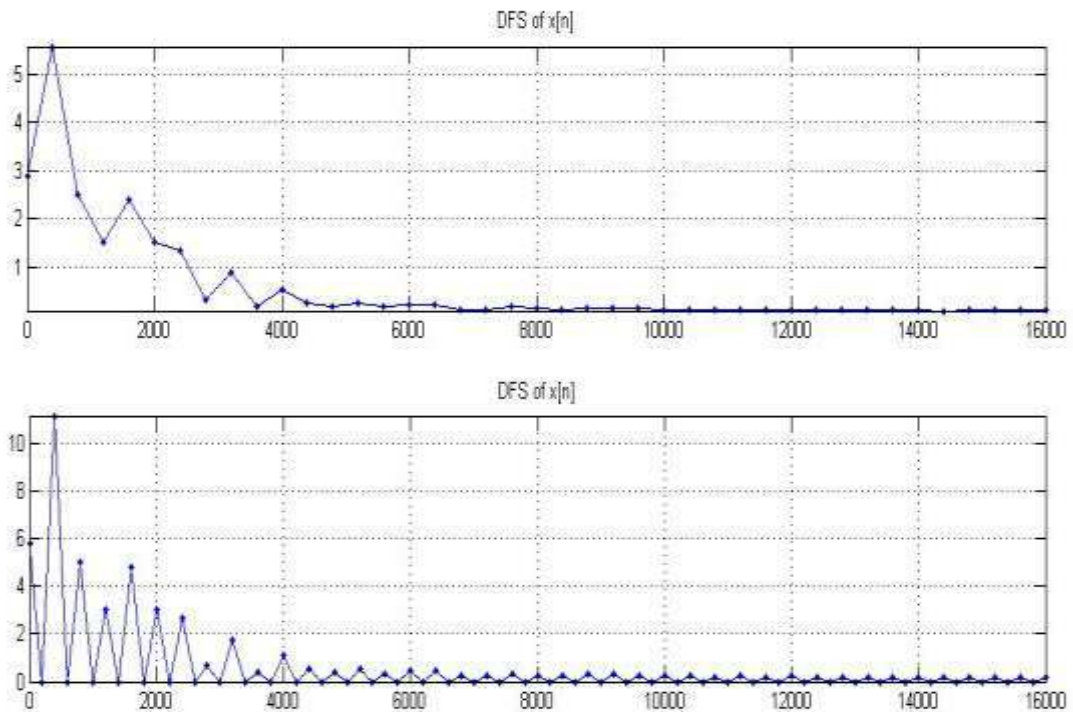


圖 28. MIC 加海綿小客車接近頻譜分析

分析：時速約 40 至 50 公里(引擎噪音為主)

- 1.風切擾動頻率(200HZ)，本車加後車之引擎噪音頻率(800HZ~4000HZ)振幅也變大。
- 2.由圖 27 可知小客車接近時，位置接近時聲音波幅有上升趨勢。

測試 2：市區市區地下道後方有車輛跟著(右車道無車)

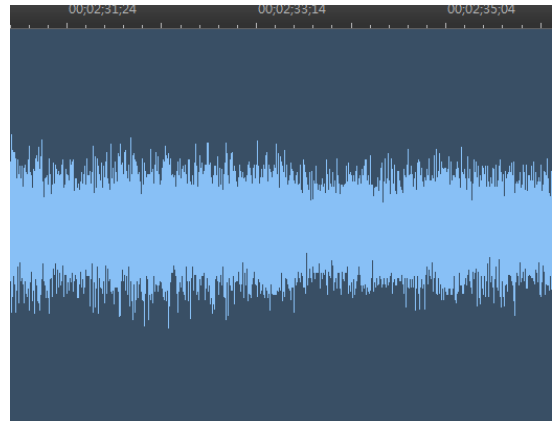


圖 29. MIC 加海綿地下道後方有車輛跟著照片

圖 30. MIC 加海綿地下道後方有車輛跟著波形

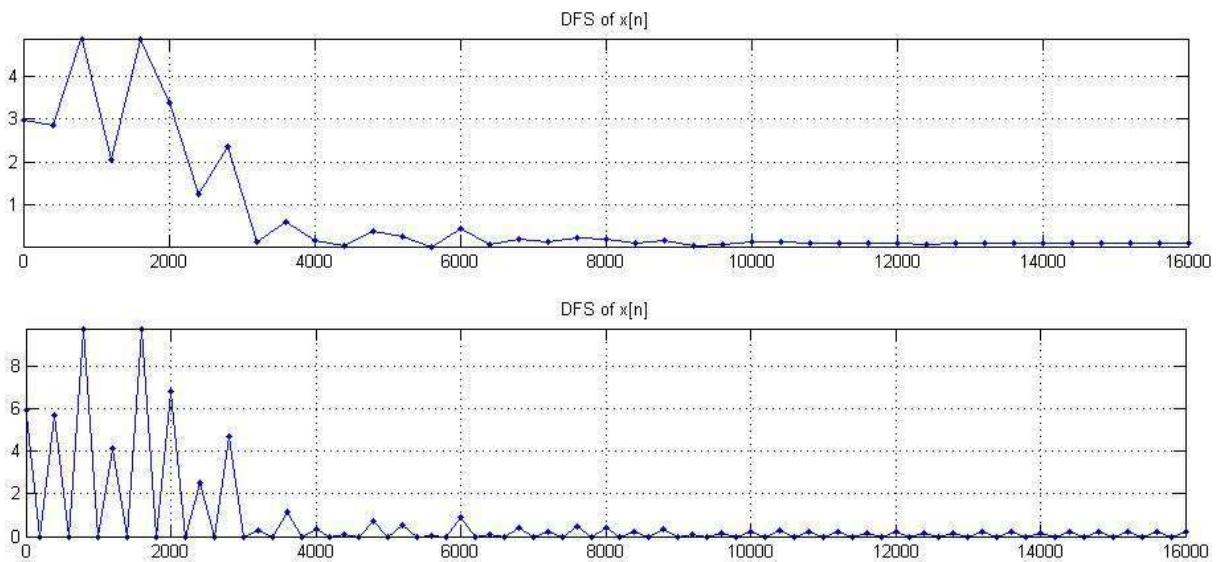


圖 31. MIC 加海綿地下道後方有車輛跟著頻譜分析

分析：時速約 40 至 50 公里(引擎噪音為主)

1. 地下道回音加風切擾動頻率(100HZ~800HZ)，本車加後車之引擎噪音頻率(800HZ~6000HZ) 振幅也變大。

2. 由圖 30 可知地下道後方小客車跟著時，位置接近時聲音波幅微微有上升，整體變化不大。

測試 3：市區市區後方小貨車接近



圖 32. MIC 加海綿後方小貨車接近照片

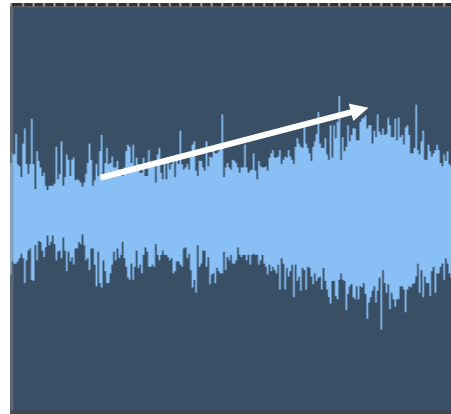


圖 33. MIC 加海綿後方小貨車接近波形

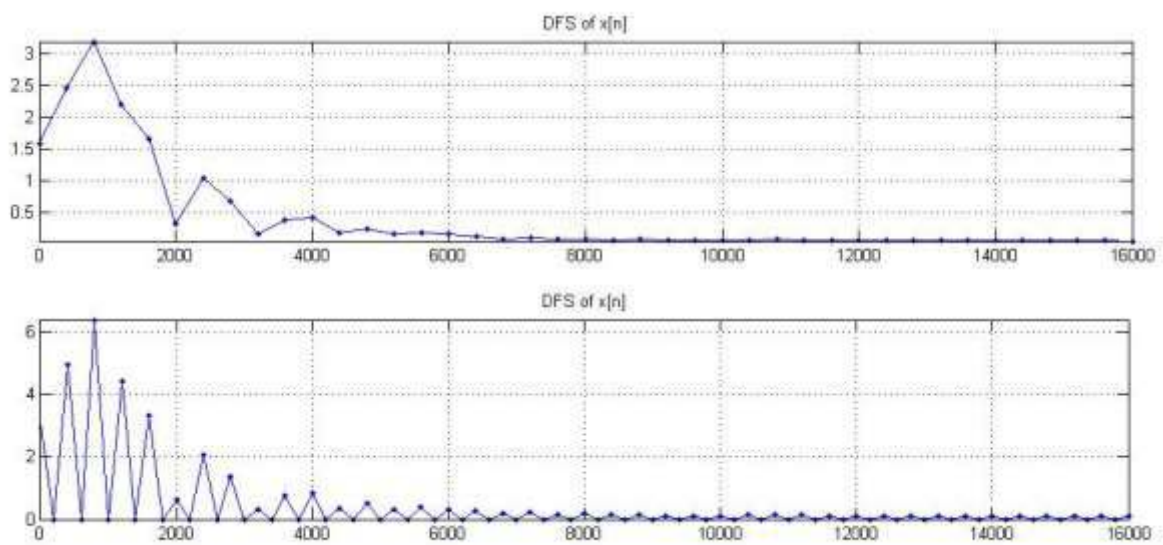


圖 34. MIC 加海綿後方小貨車接近頻譜分析

分析：時速約 40 至 50 公里(引擎噪音為主)

1. 風切擾動頻率(200HZ)，本車加後車之引擎噪音頻率(800HZ~4000HZ)振幅也變大。
2. 由圖 33 可知小貨車接近時，聲音波幅有明顯上升趨勢。

測試 4：市區市區停車等紅燈後方車輛接近

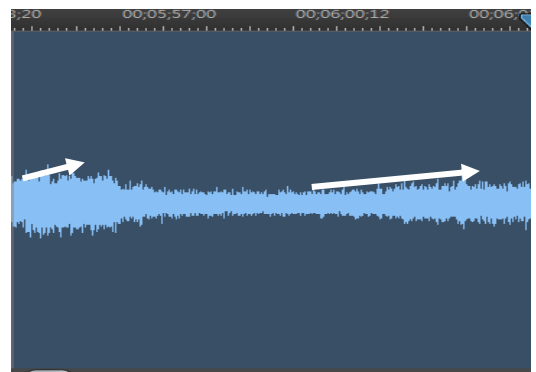


圖 35. MIC 加海綿停車等紅燈後方車輛接近照片

圖 36. MIC 加海綿停車等紅燈後方車輛接近波形

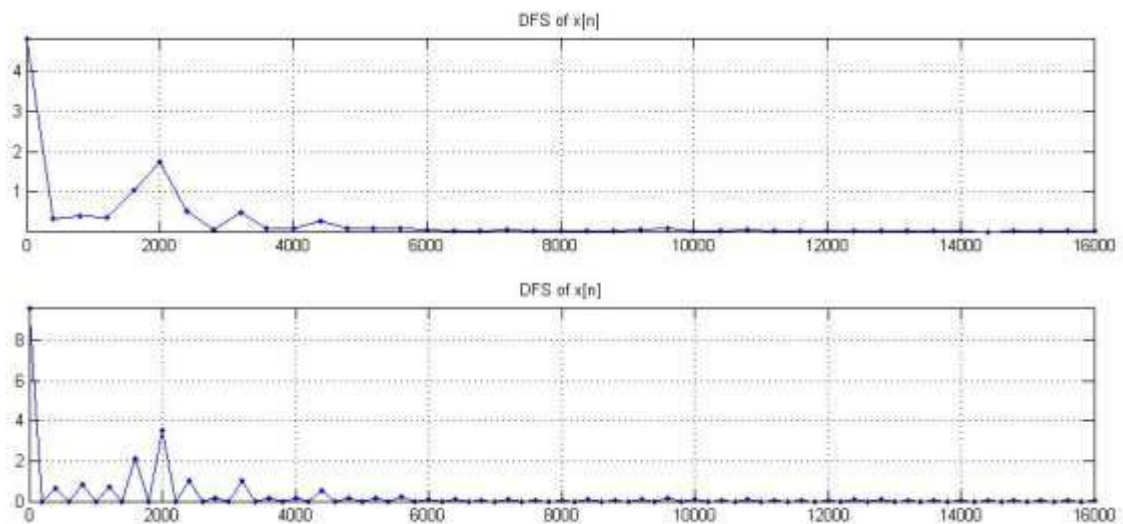


圖 37. MIC 加海綿停車等紅燈後方車輛接近頻譜分析

分析：時速約 30 至 0 公里(引擎噪音為主)

- 1.風切擾動頻率(100HZ)較低，本車加後車之引擎噪音頻率(1500HZ~3500HZ)整體振幅變小。
- 2.由圖 36 可知後車接近到停止時，聲音波幅有微微上升。

測試 5：市區超越小客車



圖 38. MIC 加海綿超越小客車照片

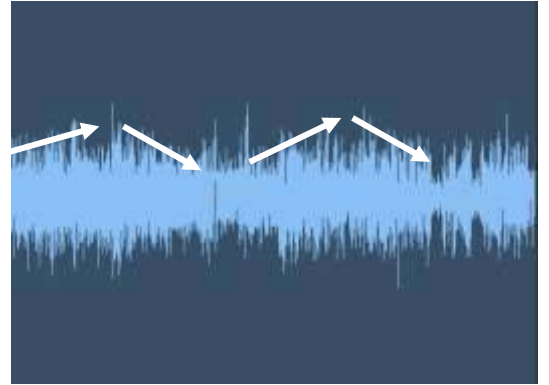


圖 39. MIC 加海綿超越小客車波形

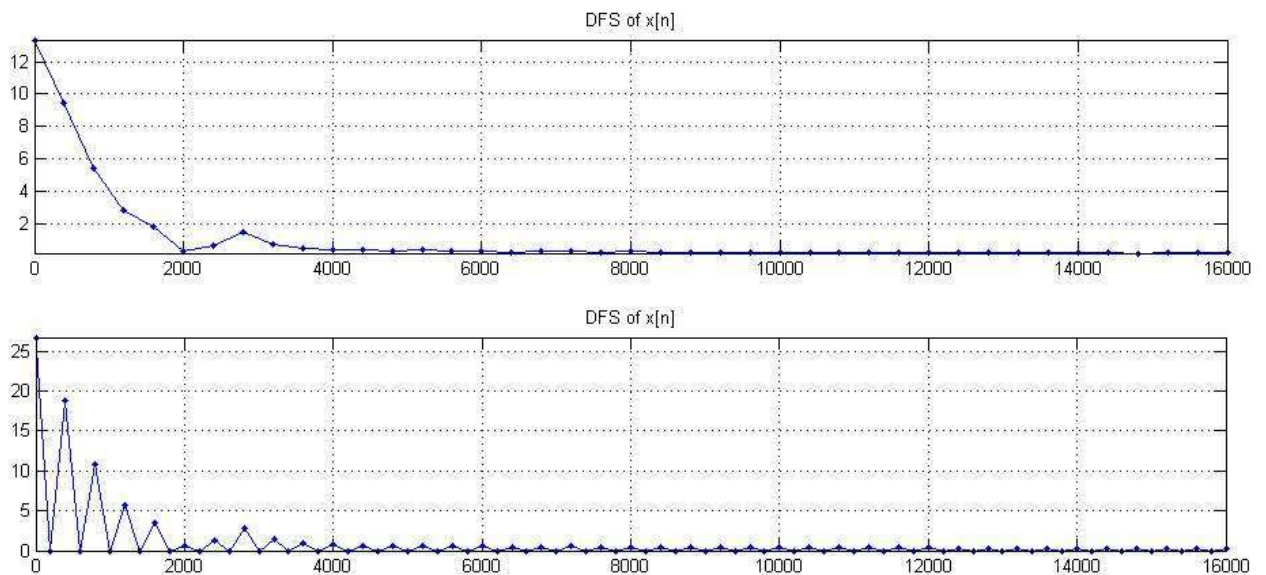


圖 40. MIC 加海綿超越小客車頻譜分析

分析：時速約 40 至 50 公里(引擎噪音為主)

- 1.風切擾動頻率(200HZ)，本車加後車之引擎噪音頻率(800HZ~3000HZ)振幅也變大。
- 2.由圖 39 可知超越小客車時，位置接近時聲音波幅有上升再下降趨勢。

測試 6：市區後面機車接近



圖 41. MIC 加海綿後面機車接近照片

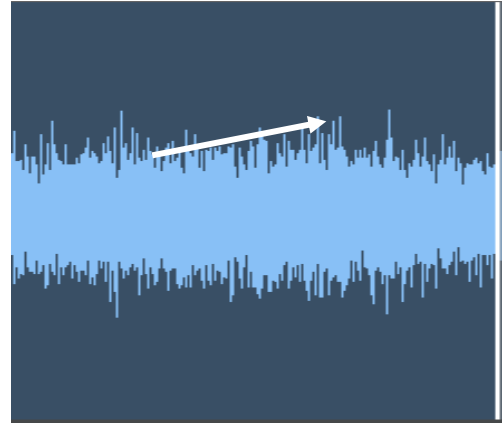


圖 42. MIC 加海綿後面機車接近波形

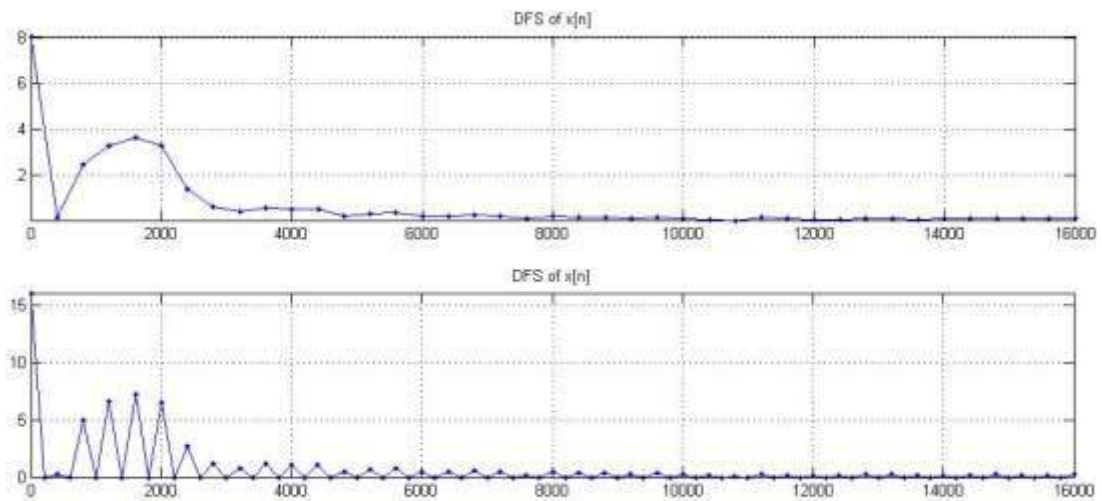


圖 43. MIC 加海綿後面機車接近頻譜分析

分析：時速約 40 至 50 公里(引擎噪音為主)

1.風切擾動頻率(100HZ)，本車加後車之引擎噪音頻率(500HZ~2500HZ)振幅也變大。

2.由圖 42 可知機車接近時，聲音波幅有微幅上升趨勢。

測試 7：雨天市區後面機車接近



圖 44. MIC 加海綿雨天後面機車接近照片

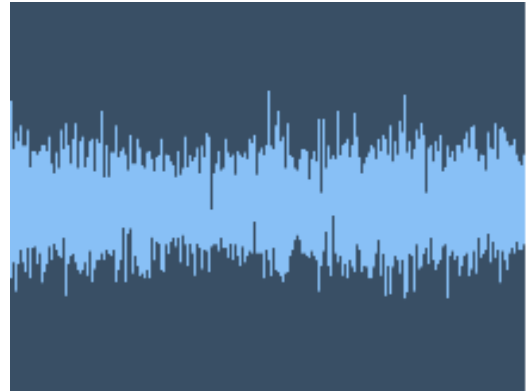


圖 45. MIC 加海綿雨天後面機車接近波形

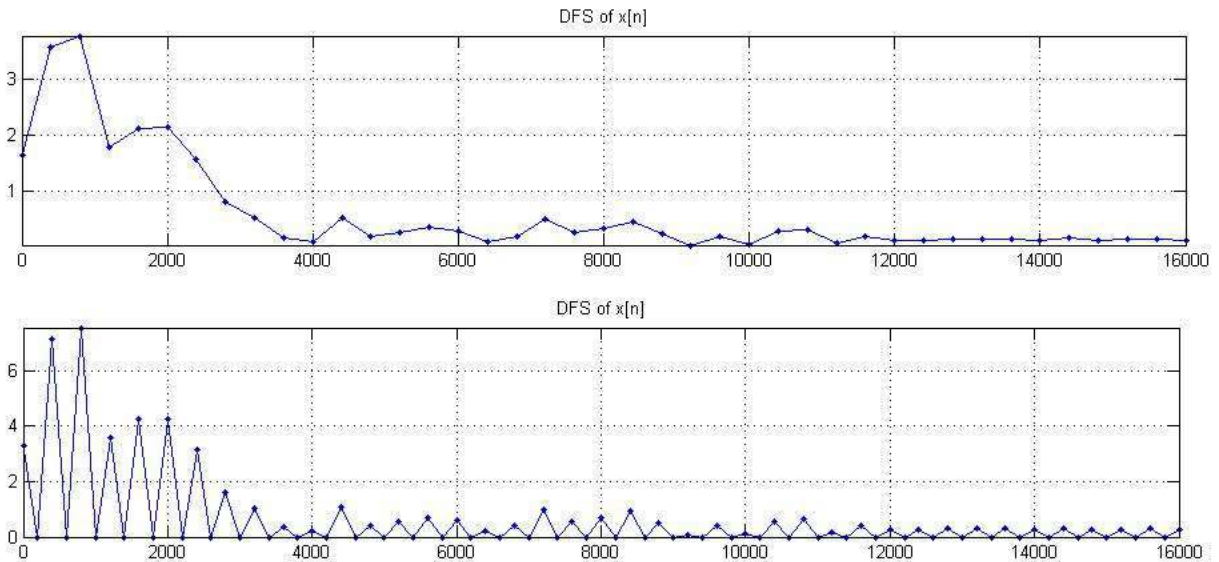


圖 46. MIC 加海綿雨天後面機車接近頻譜分析

分析：時速約 40 至 50 公里(輪胎噪音加引擎噪音為主)

1. 風切擾動頻率(300HZ)，本車加後車之輪胎噪音加引擎噪音頻率(500HZ~8000HZ)振幅也變大，雨天頻譜分部較寬，應該是輪胎排水噪音頻率較高的緣故。
- 2.由圖 45 可知機車接近時，聲音波幅有微幅上升趨勢。

測試 8：雨天市區後面小客車接近



圖 47. MIC 加海綿雨天後面小客車接近照片

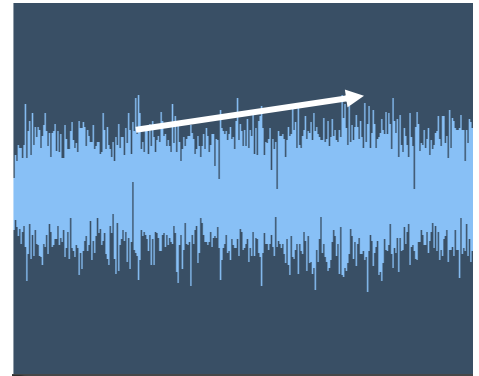


圖 48. MIC 加海綿後面小客車接近波形

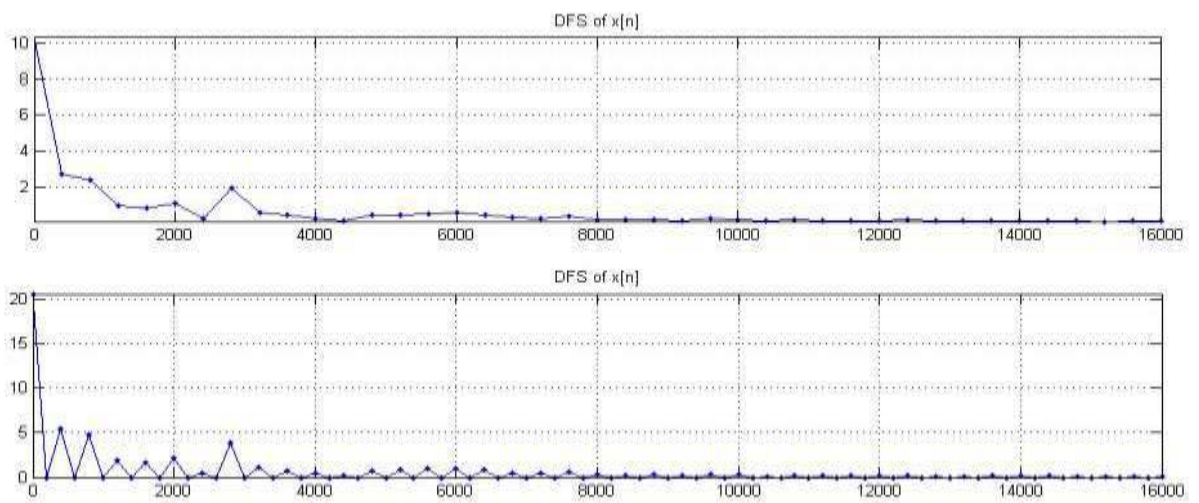


圖 49. MIC 加海綿雨天後面小客車接近頻譜分析

分析：時速約 20 至 30 公里(輪胎噪音加引擎噪音為主)車速較慢

1. 風切擾動頻率(100HZ)，本車加後車之輪胎噪音加引擎噪音頻率(500HZ~3500HZ)振幅也變大，雨天頻譜分部較寬，應該是輪胎排水噪音頻率較高的緣故。
2. 由圖 48 可知小客車接近時，聲音波幅有微幅上升趨勢。

測試 9：雨天市區停車後計程車接近



圖 50. MIC 加海綿雨天停車後計程車接近照

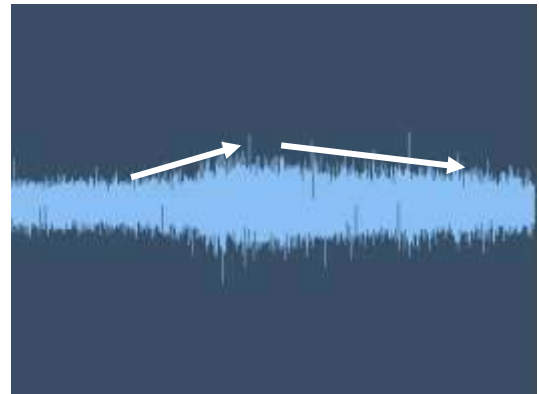


圖 51. MIC 加海綿停車後計程車接近波形

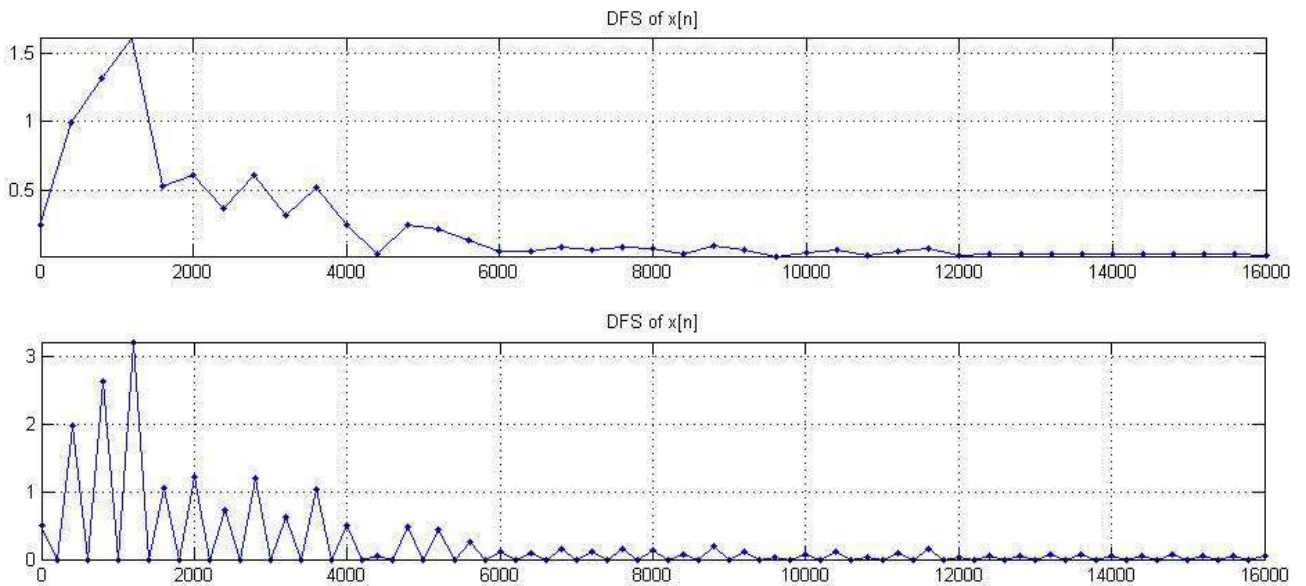


圖 52. MIC 加海綿雨天停車後計程車接近頻譜分析

分析：時速約 30 至停車(輪胎噪音加引擎噪音為主)車速較慢

2. 風切擾動頻率音本車停車所以很小，後車之輪胎噪音加引擎噪音(500HZ~5000HZ)振幅也變小大，雨天頻譜分部較寬，應該是輪胎排水噪音頻率較高的緣故。

2.由圖 51 可知計乘車接近時，聲音波幅有微幅上升趨勢。

五、電路方塊圖

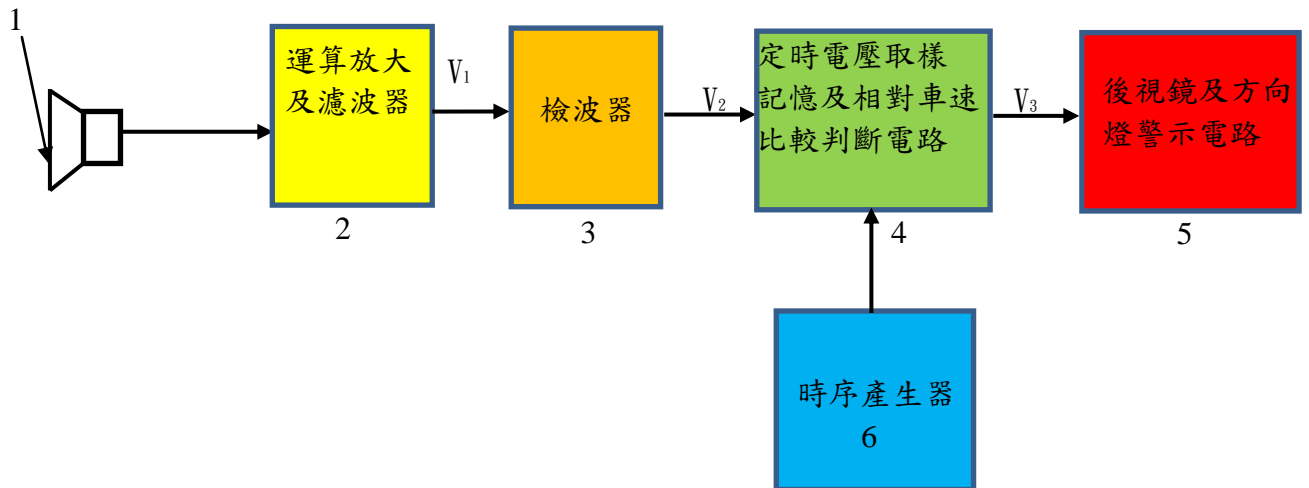


圖 52. 運用聲音判別後車快速接近警示系統方塊圖

圖 52 所示，編號 1 是麥克風，主要功能是收集後車聲音用，編號 2 是運算放大及濾波器，主要功能是將麥克風信號作放大並將與輪胎噪音無關之頻率濾掉，編號 3 是檢波器，主要功能是將放大的聲頻震幅大小變成直流大小變化，編號 4 是定時電壓取樣記憶及相對車速比較判斷電路，主要功能是固定時間取樣記憶檢波器輸出電壓，提供做為相對車速比較判斷，判斷方式是當 t_{n+1} 時的檢波器輸出電壓高於 t_n 時，表示後車快速接近會送出警示訊號給編號 5 做後視鏡及方向燈警示，當 t_{n+1} 時的檢器輸出電壓低於 t_n 時，表示後車車速較慢會送安全訊號給編號 5 做後視鏡及方向燈作安全顯示，編號 5 是後視鏡及方向燈警示，主要功能是當編號 4 送出後車快速接近會送出警示訊號時，後視鏡會顯示紅燈，若駕駛打下該方向時，方向燈也會由綠燈閃爍轉為紅燈閃爍，當編號 4 送出後車車速較慢會送安全訊號時，後視鏡會顯示綠燈，若駕駛打下該方向時，方向燈維持綠燈閃爍。編號 6 是時序產生器，功能是送提供時序信號做定時電壓記憶取樣及相對車速比較判斷用。

七、定時電壓取樣記憶及相對車速比較判斷電路

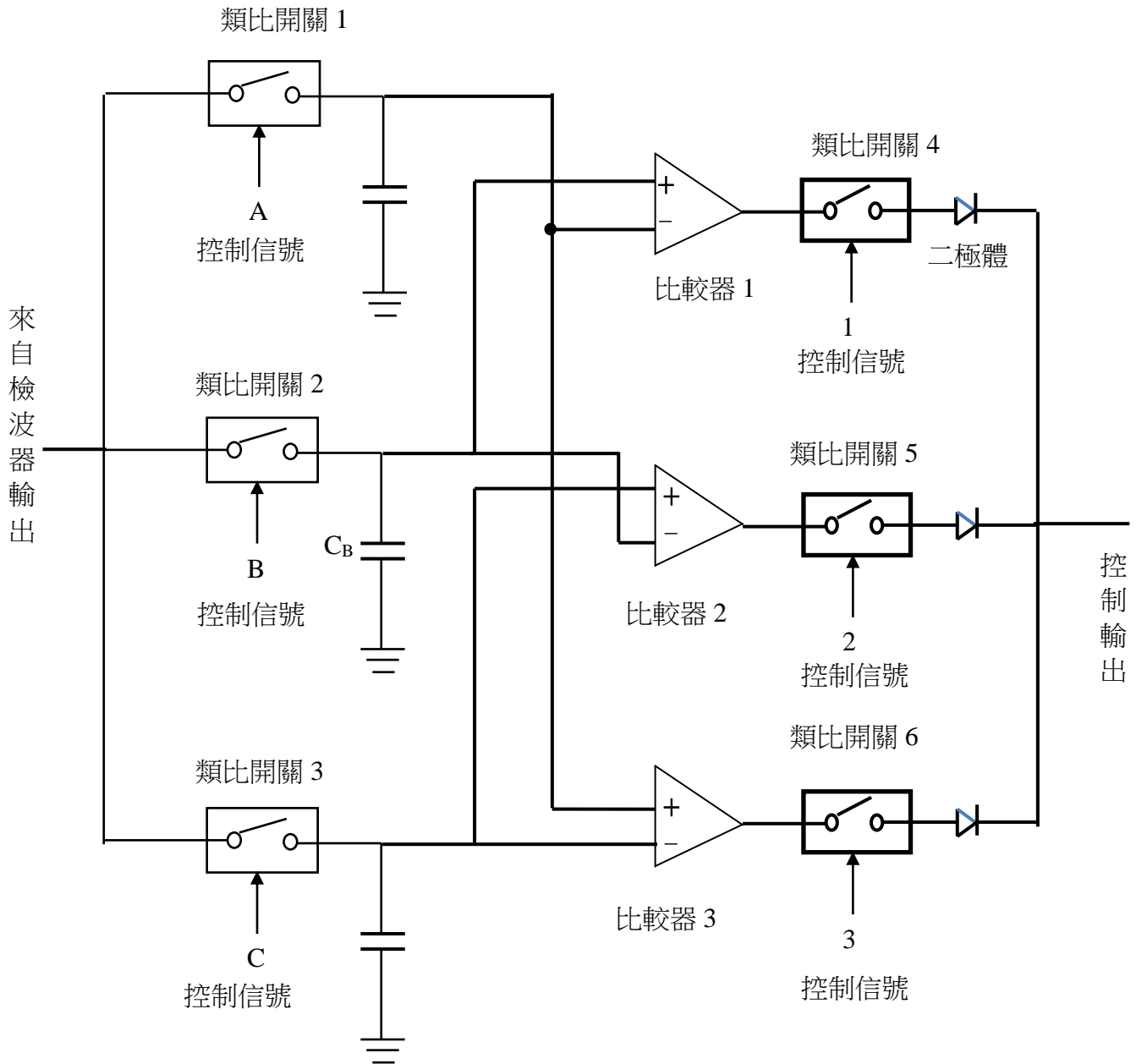


圖 53. 定時電壓取樣記憶及相對車速比較判斷電路圖

說明:A、B、C 分別代表控制 3 個類比開關的控制信號，其信號為 1(高電壓)時類比開關會 ON，讓電容儲存來自檢波器的輸出電壓，其信號如為 0(低電壓)時類比開關會 OFF，由於比較器是高輸入阻抗電容上的儲存電壓不會下降。1、2、3 分別代表控制另外 3 個類比開關的控制信號，舉 2 控制信號為例當信號為 1(高電壓)時類比開關會 ON，可讓比較器 2 的判斷輸出電壓送出去，當比較器輸出為高電壓時表示後車比本車速度快，當比較器輸出為低電壓時表示後車比本車速度慢，而 1、2、3 信號不會重疊為高電壓讓判斷信號錯亂。比較器輸入所接的+端輸入及-端輸入順序分別為 t_{n+1} (第二時間) 儲存電壓

及 t_{n+1} (第一時間) 儲存電壓，當 t_{n+1} (第二時間) 儲存電壓高於 t_n (第一時間) 儲存電壓時，表示後車比本車速度快比較器輸出為高電壓。

八、判斷控制時序圖

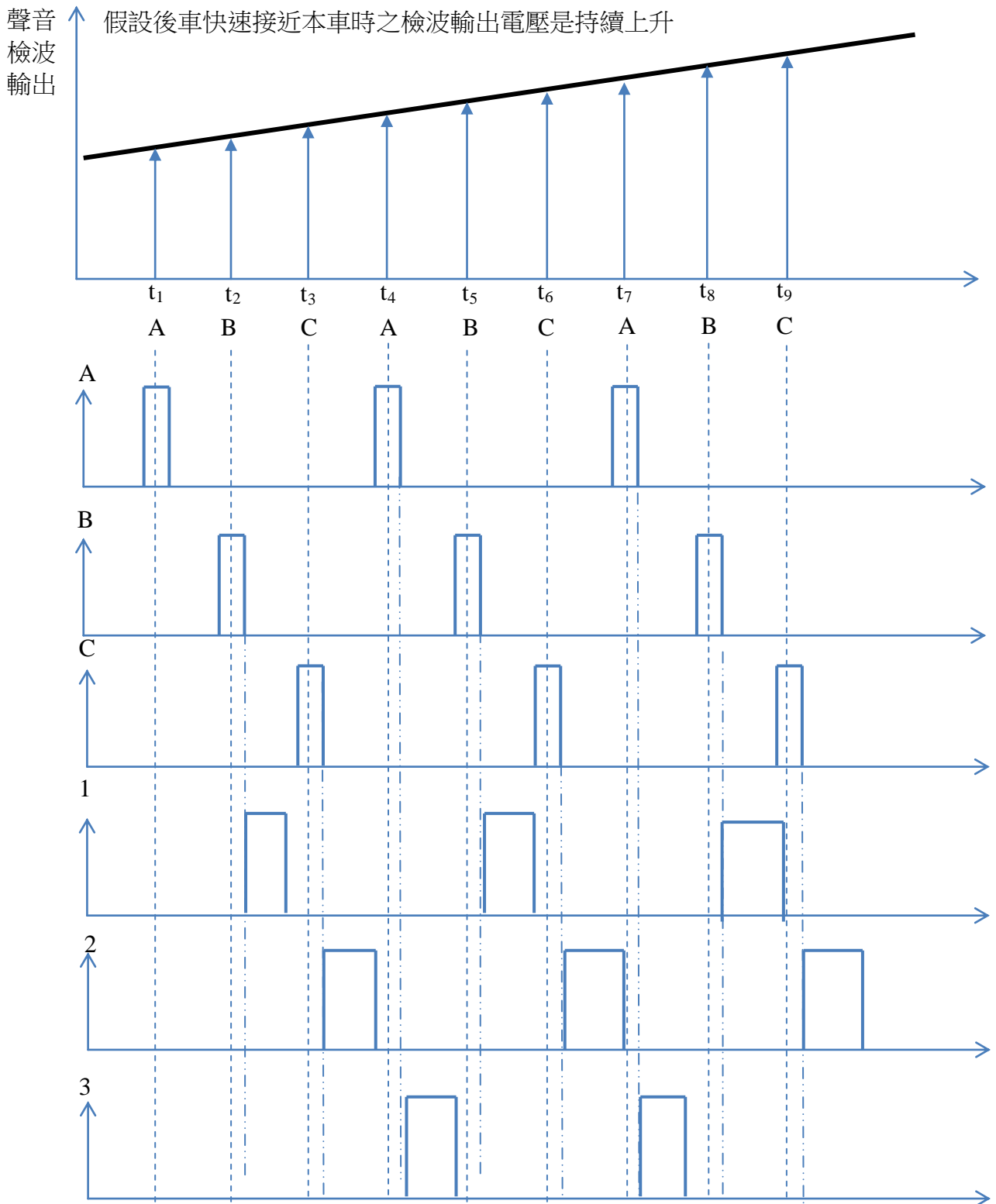


圖 54. 判斷控制時序圖

九、後視鏡及方向燈警示動作

(一)儀錶板方向燈

1.未打方向燈時，左右方向燈均不亮



圖 55. 儀錶板方向燈

2.右後方車輛車速比較快且接近時

(1)駕駛打下右方向燈

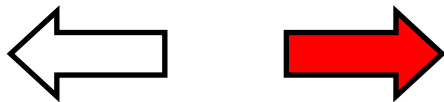


圖 56. 儀錶板右方向燈亮紅燈

(2)駕駛未打下右方向燈



圖 57 儀錶板右方向燈不亮

3.右後方車輛車速比本車速度慢時

(1)駕駛打下右方向燈



圖 58. 儀錶板左方向燈亮紅燈

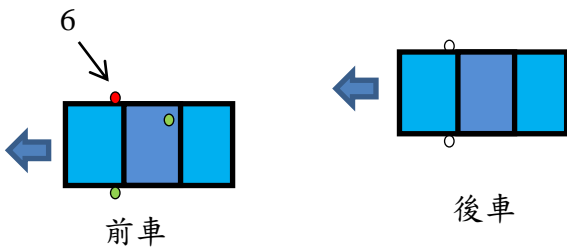
(2)駕駛未打下右方向燈



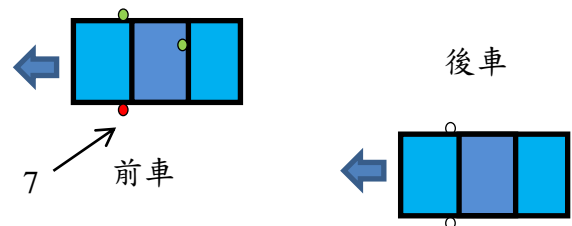
圖 59 儀錶板左方向燈不亮

(二) 後視鏡

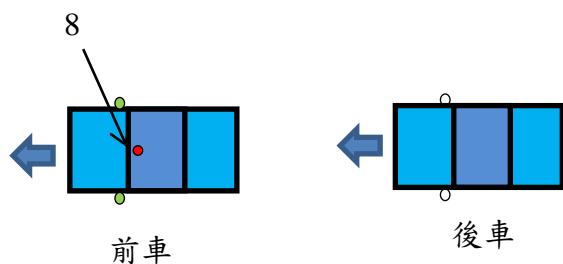
1.當後車由右方快速接近時右後視鏡會紅燈



2.當後車由左方快速接近時左後視會紅燈



3.當後車由正後方快速接近時中間後視鏡會紅燈



4.當後車車速比前車慢時後視鏡燈號均亮綠燈

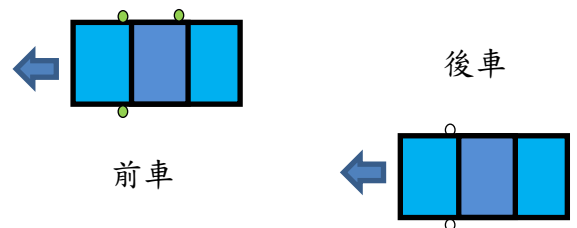


圖 60. 後視鏡各車況警示圖

伍、研究結果

一、電路圖

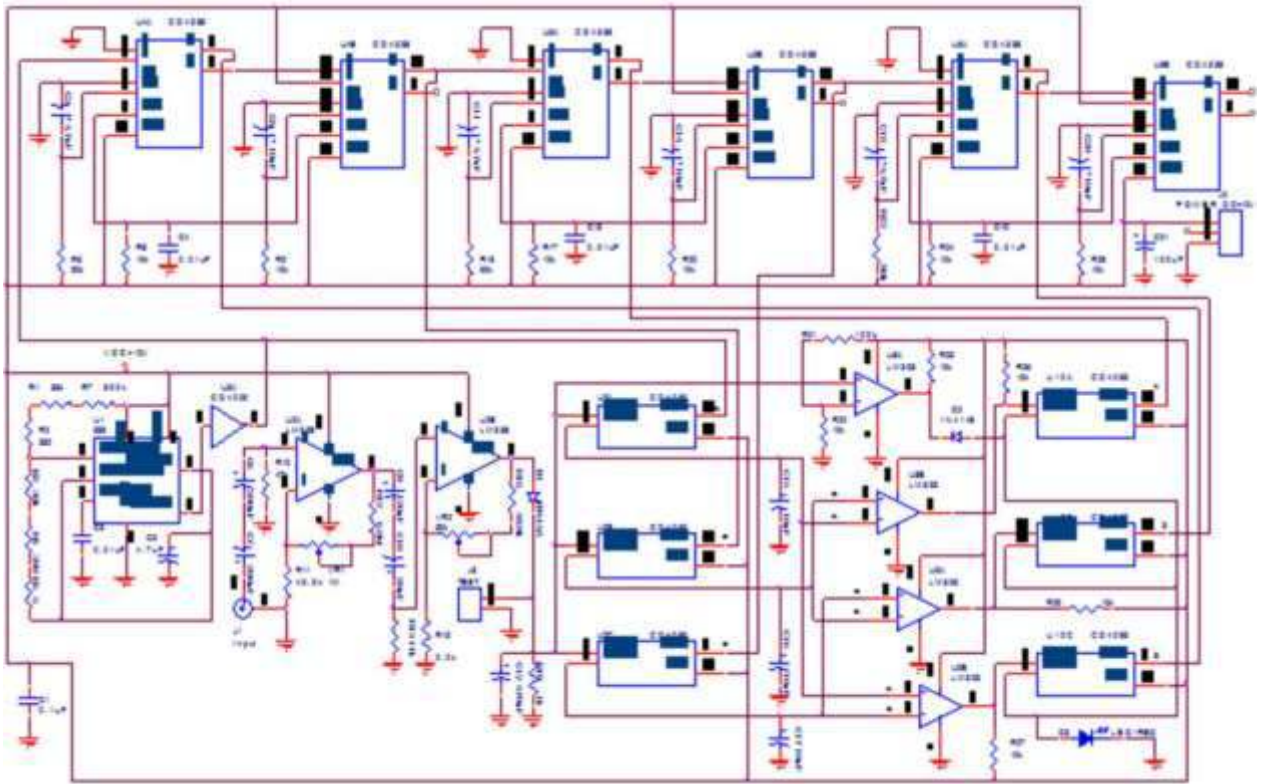
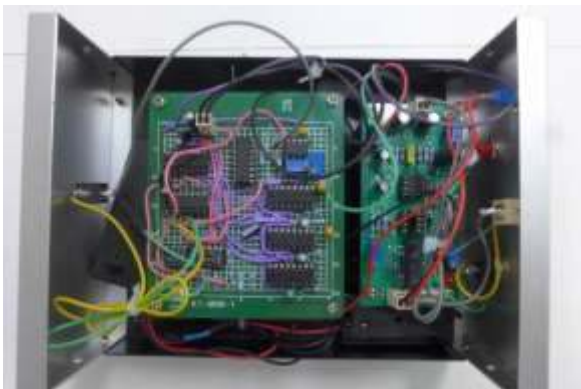


圖 01. 電路圖

二、作品照片



控制器內部電路



控制器

方向燈

圖 62. 作品實際電路照片

三、運用錄製車況影音作實際作品測試圖



圖 63. 本車比後車快時亮綠燈



圖 64. 後車比本車快接近時亮紅燈

陸、討論

一、風切聲及本車噪音探討

- (一)若以主信號為本車輪胎噪風切聲為音雜訊時，麥克風有加海綿之 S/N 比確實比未加海綿佳。
- (二)頻譜分析證實文獻所說輪胎噪音在 800HZ 至 1200HZ 之間，雨天則頻譜分布較寬。
- (三) 風切聲頻率約在 200HZ 左右，可用濾波器濾除。

二、實際車況錄製影音及波形分析

麥克風裝設需定向佳否則左車道車聲也會被右側麥克風收到，右車道車聲也會被左側麥克風收到，影響警示判斷。雨天噪音頻寬較寬因此放大器頻寬要大一點。

柒、結論

只要麥克風裝設定向收音，加上濾波器濾除風切聲頻率，即可提高警示正確率，因電路製作成本低，一般消費者買得起，若大量裝設不會有雷達電磁波干擾問題，應對降低高速公路 A1 車禍有幫助。

捌、參考資料及其他

- 一、交通部臺灣區國道高速公路局，102年國道事故檢討分析報告，103年6月。
- 二、交通大學鍾世忠教授，汽車安全暨防撞感測系統之發展，2011臺灣電磁產學聯盟第二次研發季報。
- 三、汽車防撞系統再進化：立體攝影機、雷達感應器雙管齊下，By DOUG NEWCOMB | 2012 Nov 22, Thu, http://wired.tw/posts/stereo_cameras
- 四、施順鵬，台灣地區 Ka 波段大氣傳播通道之研究，2002 年，中央大學

- 五、國道高速公路局委託富聯工程顧問有限公司，『高速公路噪音潛勢分析與防制措施之研究』，2010年，<http://www.freeway.gov.tw/Research.aspx?RID=15>
- 六、黃敏祥、許榮均，輪胎噪音產生機制研究探討，中華民國力學學會第三十六屆全學會議，國立中央大學 101 年 11 月 16-17 日
- 七、Ard Kuijpers, Gijsjan van Blokland, M+P – consultingengineers, ”SIMULATION TOOL FOR ROAD/TYRE MODELLING/The influence of road parameters on tyre/road noise ” , 01 February 2005, 36 months
- 八、Keijiro Iwao, Ichiro Yamazaki, ” A study on the mechanism of tire / road noise ” , 1996, JSAE

【評語】 091014

1. 本作品利用聲音判別後車相對速度，以提供駕駛資訊做為車道變換輔助，以防止不當變換車道所產生的意外。此方法有別於目前常用的利用雷達、攝影及雷射來測量兩車距離的技術。
2. 應用頻譜技術，觀測不同車速、不同距離、不同車種的頻率分佈，以協助行車警告產生之判斷依據。
3. 本作品適合於高速行駛時使用，若於市區之低速行駛，因後車相對速度較小，聲音訊號也較弱，將較不易判斷兩車間之距離。
4. 本作品在實驗測試上相當完整。