تصميم مرشحات تناظرية لإشارات رقمية صادرة من متحكم دقيق

ملاك دعمة[1] ، سندس حمد[2] ، نورا صوالحة[3]

جامعة القدس المفتوحة – فرع نابلس– كلية التكنولوجيا والعلوم التطبيقية– تكنولوجيا المعلومات والاتصالات

malak_dame@hotmail.com, sondos_sosa90@yahoo.com, Nour_sawalha_2010@hotmail.com

ملخص المشروع

إن تأثير إشارة الضجيج المسموع Acoustic Noise كإشارة غير مرغوب فيها صادرة من البيئة المحيطة مثل محرك سيارة أو مصانع أو طائرات أو صفارة أثناء التسجيل، يحدّ من نوعية Quality المادة المسجلة وتؤدي إلى إزعاج المستمعين. **لذا قام فريق العمل** بتصميم مرشح تمرير منخفض من الدرجة الثالثة باستخدام عناصر خاملة أولا RC ثم مرشح تمرير منخفض من الدرجة الخامسة 5th order Active LPF باستخدام طبولوجيا Sallen-Key يعمل على انه فلتر لإشارة على المخرج (PWM)، بحيث يكون هذا المرشح قادر على إزالة الترددات غير المرغوب فيها من الصوت الذي نريد سماعه بشكل نقي. تم الاستفادة أيضا من مدخل ADC الخاص بالمتحكم الدقيق لتطوير مجس Sensor قادر على التقاط الصوت من أجل مرحلة مقبلة وهي تطوير فلتر رقمي Digital Filter.

الكلمات الجوهرية: تنقية صوت مسموع بشكل خاص، طبولوجيا Sallen ، برنامج Pspice، PWM .

مبدأ عمل النظام

يوضح مشروع التخرج هذا سيناريوهات يمكن أن تنفذ باستخدام متحكم دقيق Microcontroller من نوع اردوينو لفلترة صوت مسموع عن ضجيج Noise. السيناريو الأول يفترض وجود نغمة بيانو على تردد 440Hz وتردد ضجيج غير مرغوب على تردد 10kHz، حيث يتم توليد Generation كلتا الإشارتين بواسطة كود من المتحكم الدقيق أردوينو وذلك لمحاكاة إشارة مسجلة على CD مع ضجيج. يتم بعد ذلك محاولة فصل الضجيج عن النغمة المرغوبة عن طريق فلتر تناظري من نوع Passive LPF يتم تركيبه مع سماعة Speaker على أحد مخارج اردوينو من نوع PWM. تم تصميم مرشح تمرير منخفض درجة أولى (1st order passive LPF) لهذا الغرض وتم فحص إمكانية فصل الضجيج عن نغمة البيانو. ولكن لم تكن درجة الفلتر كافية، لذلك انتقلنا إلى تصميم مرشح تمرير منخفض درجة ثالثة (3rd order passive LPF) وتم فحص إمكانية فصل الضجيج عن نغمة البيانو ولكن كل مرحلة من مراحل المرشح كانت بمثابة حِمل Load على المرحلة الأخرى مما أدّى لحصول إزاحة عند التردد المرغوب وتقليل قيمة Magnitude الإشارة مما اضطرنا إلى تصميم 5th order active LPF لذلك الغرض. السيناريو الثاني كان بالتقاط صوت عن طريق ميكروفون باستخدام مرشح لهذا الغرض تم تركيبه على مدخل ADC الخاص بالأردوينو وذلك بدلا من توليد نغمة بيانو من داخل المتحكم الدقيق، ومن ثم تطبيق السيناريو السابق. إضافة إلى ذلك يمكن دمج سيناريوهات أخرى وفحصها مستقبلا، عن طريق تطوير المشروع ليحوي فلتر رقمي Digital Filter.

اهداف المشروع

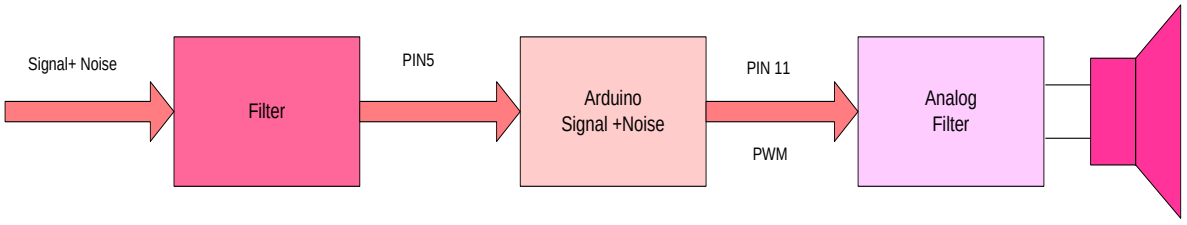
- تصميم نظام قادر على محاكاة الواقع العملي لتطبيقات المرشحات التناظرية بوجود متحكم دقيق وبالتالي الاستفادة من مخرج PWM وكذلك مدخل ADC لتحقيق ذلك.
- تصميم النظام بحيث يمكن تطبيقه في المختبرات ليكون تعليمي حول المرشحات الفعالة وغير الفعالة.
- إمكانية تطوير فكرة المشروع في تطبيقات الفلاتر الرقمية Digital Filters أيضا مستقبلا.

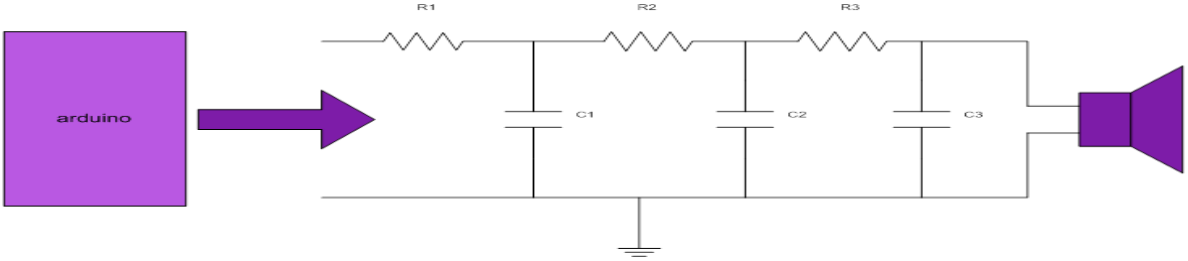
الدوائر الكهربائية والإلكترونية

الهدف من الدوائر الكهربائية والإلكترونية هو فصل الاشارات القادمة من المتحكم الدقيق حيث يمكن سماع الإشارة المرغوبة وهي نغمة البيانو على تردد 440 هرتز وإلغاء أثر إشارة الضجيج Noise وهي على تردد 10 كيلو هرتز و تشمل:

1. **متحكم دقيق يحاكي CD Reader وكذلك ADC**
2. **Passive LPF (on PWM output of the µC)**
3. **Active LPF instead of passive LPFs**
4. **فلتر على مدخل المتحكم الدقيق لالتقاط الصوت**

Block diagrams

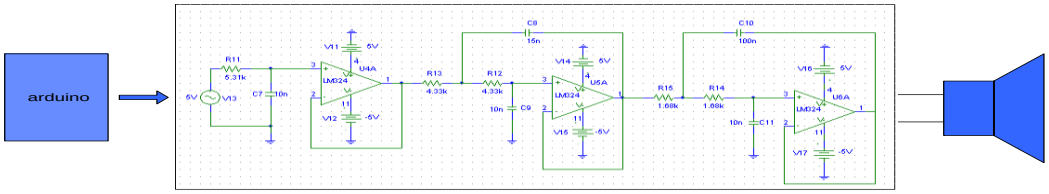




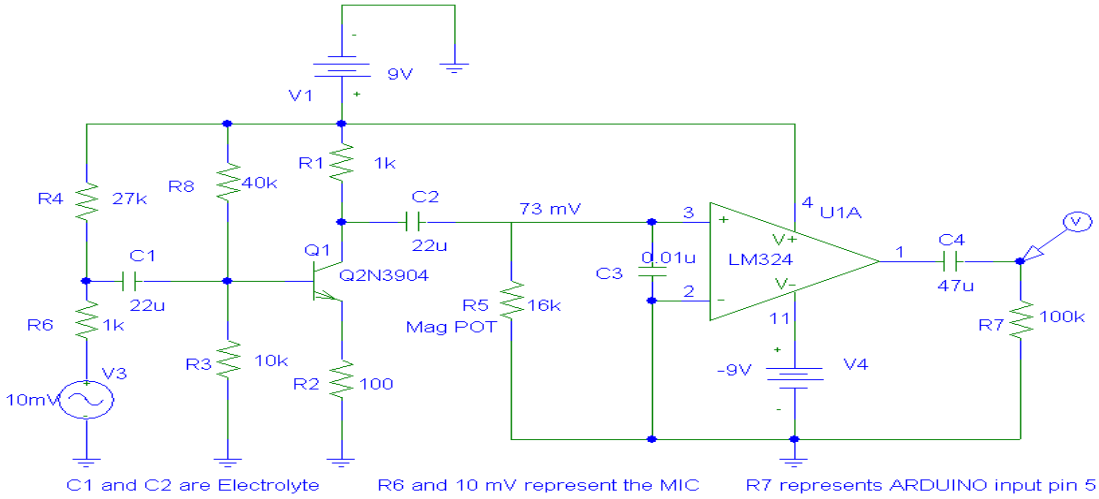
مشاكل المرشحات غير الفعالة

عند تصميم مرشح غير فعال من دوائر RC متعدد المراحل، فإن كل مرحلة تالية تعتبر حِمل Load للمرحلة السابقة، وهذا يؤدي إلى إزاحة في التردد وتقليص القيمة Magnitude للإشارة المرغوبة، فكان لا بد من استخدام تقنيات أخرى لا مجال لذكرها هنا لأنها ليست مدار بحث المشروع. فكان لا بد من استخدام المرشحات الفعالة Active Filters.

الدائرة النهائية للمرشح الفعال على مخرج PWMالخاص بالمتحكم الدقيق µC



الدائرة النهائية على مدخل ADC للمتحكم µC



النتائج والخطط المستقبلية

من النتائج التي توصل لها فريق العمل بعد فحص النظام:

- تبين أنه يمكن فصل الإشارة المرغوبة وهي نغمة البيانو عن إشارة الضوضاء عن طريق المرشح الفعال بل والتحكم بقيمة Magnitude المخرج على السماعة Speaker، إضافة إلى ذلك يمكن فلترة صوت من ميكروفون في تحضير لإكمال المشروع مستقبلا.

الخطط المستقبلية

- يمكن تطوير المشروع مستقبلا ليحوي فلتر رقمي مع الأخذ بعين الاعتبار أننا بحاجة دائما إلى المرشح التناظري على مخرج المتحكم الدقيق من نوع PWM لأن الصوت بطبيعته تناظري ولا بد من وجود الفلتر التناظري على المخرج. إلّا أن وجود الفلتر الرقمي قد يحدّ من استخدام العناصر الأخرى على مخرج المتحكم الدقيق PWM، فقد لا نحتاج أكثر من 1^{st} order LPF في هذه الحالة.
- يمكن أن يتم تنفيذ المشروع على أرض الواقع عن طريق شبكه على CD Reader من أجل تحقيقه بشكل عملي وربما تجاري أيضا في المستقبل.

المراجع:

1. مشروع تخرج سابق.
2. المواقع الإلكترونية التالية:
3. www.arduino.com
4. www.RCFilter.com
5. http://www.dz863.com/datasheet-87828263-LM358_Low-Power-Dual-Operational-Amplifier-1mhz-Dual-Op