

Приложение на бързи паралелни АПП за измерване
площ на импулс

н.с. инж. Георги Димов Георгиев, Ийпде - БАН

При определяне площ на импулс или средна стойност на сигнал в определен интервал от време с е извършват поредица от измервания като резултатите се сумират. Резултатът зависи от броя измервания и при къс интервал от време се налага използването на паралелни АПП поради голямото им бързодействие. От друга страна те имат относително ниско разрешение ($8 \div 10$ бита). Известно е, че дисперсията при квантуване се дава от израза:

$$D = q_k^2 / 12$$

където q_k е стъпката на квантуване.

Това е еквивалентно на добавяне на шум със същата дисперсия. При много малка дисперсия на сигнала се появява систематична грешка в резултата, а при площ на импулс - диференциална нелинейност. Този проблем се отстранява чрез добавяне на шум с определени параметри към сигнала.

Блоквата схема на преобразувател, използваващ този принцип е показана на фигура 1. Използуван е 8 битов паралелен АПП с максимална тактова честота 20 Mhz на фирмата Thomson. Следва 16 битов натрупващ суматор и мултиплексор, подаващ на изхода 12 от всичките 16 бита на суматора. Управляващото устройство определя броя измервания, периода на повторение на шумовия генератор и коефициента на делене на резултата в суматора. След стартиране се изчиства суматора, събират се n поредни 8 битови числа и се подава сигнал за готовност в изхода.

Ако на входа е подадена постоянна величина $x = \text{const}$ то на изхода ще се получи резултат $x_n = nN \cdot q_k$, съдържащ систематична грешка $n \Delta_k$. Какво ще се получи, ако към входната величина се добави бял шум с определената по-горе дисперсия. Тогава бързият АПП ще дава различни числа, най-често N и $N+1$, и сумата ще се приближи до вярната стойност. Дисперсията на сумата ще бъде n пъти по-малка. Означава ли това, че системата е еквивалентна на АПП с $\log_2 \sqrt{n}$ повече бита? За съжаление не. При константна величина на входа един 12 битов АПП ще дава като резултат винаги едно и също число, а система с 8 битов АПП ще дава като сума от 256 измервания 16 различни числа, групирани около верния резултат по биномиален закон с дисперсия, съответствуваша на дисперсията на 12 битовия АПП.

Когато сумираме резултатите от n измервания на бързия АПП, ние правим оценка на входната величина плюс шума в интервал от време $T = n \Delta t$, където Δt е времето за едно измерване. Оценката на шума (средната му стойност) е нула, но тя притежава дисперсия $\hat{D}_T = D/VT$, където D е дисперсията на белия шум, пропуснат през идеален нискочестотен филтър с честотна лента B , а T е времето на интегриране (сумиране). Това е показано на фигура 2. Дисперсията на оценката на шума се дължи на спектралните съставки в диапазона от 0 до честота $1/T$. Колкото по-дълго интегрираме, толкова по-малка е тя. А може ли да бъде сведена до нула в краен интервал от време? Ако ги премахнем - да. Тогава шумът ще бъде псевдослучаен с период на повторение T . Такъв шум се генерира лесно по шифров път с помощта на преместващи регистри с две или повече обратни връзки чрез сума по модул две. Примерна схема е показана на фигура 3. Генерира се псевдослучайна двоична последователност с максимална дължина $2^k - 1$, където k е броят на тригерите в регистъра. Всяка комбинация от нули и единици се

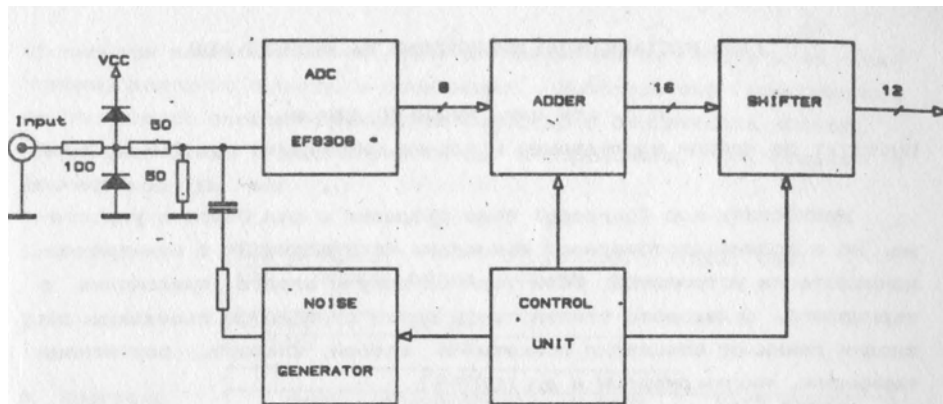
среща само веднъж с изключение на $0 \dots 00$. Ако регистърът попадне в това състояние той не може да излезе от него. Спектърът на сигнала в изхода на който и да е от тригерите съдържа всички съставлящи с честота кратна на $f_c/(2^k-1)$ с неравномерност 1 dB до $0.12f_c$ и неравномерност 3 dB до $0.44f_c$.

За да работи добре системата с добавяне на шум, към него се предявява още едно изискване. Шумът трябва да има равномерно амплитудно разпределение в рамките на стъпката на квантуване на бързия АПП. В противен случай се внася диференциална неравномерност. Равномерно амплитудно разпределение се получава лесно с $R - 2R$ матрица свързана в изходите на регистъра. Сигналят от изхода на матрицата през подходящ делител се подава на входа на бързия АПП.

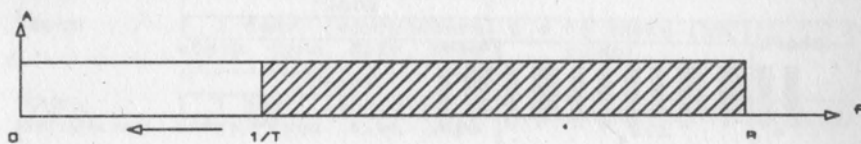
Резултатът от експериментите, направени с помощта на многоканален анализатор се виждат на фигура 4. Не повече от 5 % от измерванията са извън канала. За съжаление статистиката не се изменя пропорционално на броя сумирания. Това се дължи на известна нестабилност на нивата на компараторите на бързия АПП. Изразена като шум тя има средноквадратична стойност $300 \mu V$ и пикфактор 8 при стъпка на квантуване $10 mV$. По тази причина и при голям брой сумирания дисперсията на разпределението не може да бъде сведена под определена стойност.

Литература:

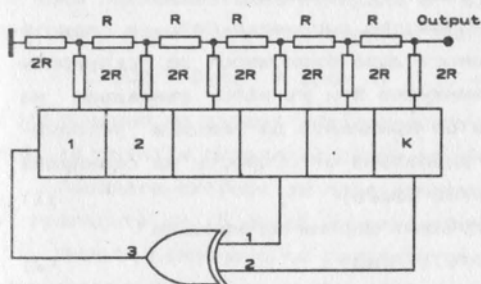
1. Max J. Methodes et techniques de traitement du signal et applications aux mesures physiques, Masson 1981.
2. Horowitz P., Hill W. The art off electronics, Cambridge university press 1981.
3. Орнатский П. П. Теоретические основы информационно-измерительной техники, Киев, Виша школа 1983.



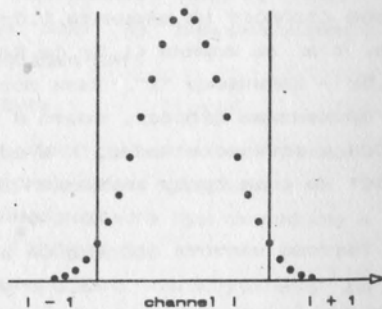
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4