

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ УЛУЧШЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РАЗРАБОТАННОГО УСТРОЙСТВА ВЫБОРКИ И ХРАНЕНИЯ

Бондарь М.С.

*Ставропольский военный институт
 связи ракетных войск,
 Ставрополь, Россия*

Операция выборки и хранения входных сигналов аналого-цифровых преобразователей (АЦП) необходима при обработке быстроизменяющихся сигналов посредством средне- и низкоскоростных АЦП. С целью повышения точности операции выборки и хранения, нами разработано техническое решение устройства выборки и хранения (УВХ), направленное на улучшение его основных параметров: времени выборки и времени хранения [1].

Разработанное УВХ основано на одновременном снижении тока перезаряда и емкости конденсатора хранения УВХ за счет использования в качестве конденсатора хранения $C_{\tilde{e},\tilde{o}\tilde{d}}$, искусственной емкости $C_{\tilde{e},\tilde{o}\tilde{d}}$ на базе конвертора положительного емкостного сопротивления (КПЕС) с коэффициентом конверсии $0 < K_K < 1$.

Важнейшими результатами применения КПЕС являются: $C_{\tilde{e},\tilde{o}\tilde{d}} = \tilde{N}/K_K$ и $I_c = I_{\tilde{a}\tilde{o}\tilde{d}} \cdot K_K$. Причем, так как $K_K < 1$, то $C_{\tilde{e},\tilde{o}\tilde{d}} > C$ и $I_c < I_{\tilde{a}\tilde{o}\tilde{d}}$, где I_c – величина емкостного тока (реально включенного в схему КПЕС конденсатора емкостью C), который в предлагаемом УВХ будет в $1/K_K$ раз меньше, чем в типовых. Следовательно, опасность появления глитчей (пульсаций) будет существенно меньше и необходимость использования резистора ограничения, как в существующих УВХ, снижается. А значит, постоянная времени заряда имитационного конденсатора хранения $t_{\zeta\tilde{e},\tilde{o}\tilde{d}}$ определяющая время выборки:

$$t_{\zeta\tilde{e},\tilde{o}\tilde{d}} = (R_{\tilde{A}\tilde{E}} + R_{\tilde{i}\tilde{a}\tilde{o}\tilde{d}} \cdot K_K) \cdot \tilde{N}_{\tilde{e},\tilde{o}\tilde{d}} \quad (1)$$

будет значительно меньше, чем у типовых УВХ с $C_{\tilde{o}\tilde{d}}$:

$$t_{\zeta\tilde{o}\tilde{d}} = (R_{\tilde{A}\tilde{E}} + R_{\tilde{i}\tilde{a}\tilde{o}\tilde{d}}) \cdot \tilde{N}_{\tilde{o}\tilde{d}}, \quad (2)$$

вплоть до

$$t_{\zeta\tilde{e},\tilde{o}\tilde{d}} = R_{\tilde{A}\tilde{E}} \cdot \tilde{N}_{\tilde{e},\tilde{o}\tilde{d}} \quad (3)$$

так как $R_{\tilde{A}\tilde{E}} \approx R_{\tilde{i}\tilde{a}\tilde{o}\tilde{d}}$, где $R_{\tilde{A}\tilde{E}}$ – проходное сопротивление замкнутого аналогового ключа; $R_{\tilde{i}\tilde{a}\tilde{o}\tilde{d}}$ – сопротивление резистора ограничения в типовом УВХ. Что обеспечивает снижение времени выборки разработанного УВХ.

Второй важнейший параметр УВХ – время хранения – определяется скоростью разряда конденсатора (спадом выходного напряжения):

$$\frac{dU_c}{dt} = \frac{I_{\Sigma\tilde{o}\tilde{d}}}{\tilde{N}}, \quad (4)$$

где $I_{\Sigma\tilde{o}\tilde{d}}$ – сумма токов утечки элементов схемы УВХ, значительную долю которого составляет ток утечки конденсатора хранения $I_{\tilde{o}\tilde{d}} \cdot \tilde{N}$ (для микросхемы УВХ LF398 минимальный $I_{\tilde{o}\tilde{d}} \cdot \tilde{N}$ равен $0.3 \cdot 10^{-10}$ А, то есть составляет 36% от $I_{\Sigma\tilde{o}\tilde{d}}$) [2].

В предлагаемом УВХ снижение тока утечки конденсатора хранения, а значит, увеличение времени хранения, возможно в силу снижения тока заряда I_c , что влечет за собой снижение активной мощности рассеивания в диэлектрике конденсатора, а значит, и снижение температуры диэлектрика.

Для подтверждения результатов теоретического исследования, была проведена оценка степени улучшения параметров разработанного УВХ, с опорой на параметры типовой схемы УВХ LF398: $R_{i\ddot{\alpha}\ddot{\delta}} = 300$ Ом; $R_{\lambda\hat{E}} = 200$ Ом; время выборки при погрешности 0,1%, 4 мкс (при $C_{\ddot{\alpha}\ddot{\delta}} = 1000$ пФ) и 20 мкс (при $C_{\ddot{\alpha}\ddot{\delta}} = 0,01$ мкФ); скорость разряда 5 мВ/мин.

Проведем сравнительную количественную оценку типового и разработанного устройств выборки и хранения, с учетом выполнения условия:

$$\tilde{N}_{\dot{\epsilon}\ddot{\alpha}\ddot{\delta}} = \tilde{N}_{\ddot{\alpha}\ddot{\delta}} \quad (5)$$

Согласно выражениям (1-3), отношение постоянных времени заряда конденсатора, то есть выигрыш во времени выборки $K_{t\hat{a}}$ в случае разработанного УВХ, определяется выражением:

$$K_{t\hat{a}} = \frac{t_{\zeta\ddot{\alpha}\ddot{\delta}}}{t_{\zeta\dot{\epsilon}\ddot{\alpha}\ddot{\delta}}} = \frac{(R_{\lambda\hat{E}} + R_{i\ddot{\alpha}\ddot{\delta}}) \cdot \tilde{N}_{\ddot{\alpha}\ddot{\delta}}}{(R_{\lambda\hat{E}} + R_{i\ddot{\alpha}\ddot{\delta}} \cdot K_K) \cdot \tilde{N}_{\dot{\epsilon}\ddot{\alpha}\ddot{\delta}}} = \frac{R_{\lambda\hat{E}} + R_{i\ddot{\alpha}\ddot{\delta}}}{R_{\lambda\hat{E}} + R_{i\ddot{\alpha}\ddot{\delta}} \cdot K_K} \quad (6)$$

С учетом данных типового УВХ, зависимость (6) примет вид, показанный на рисунке 1.

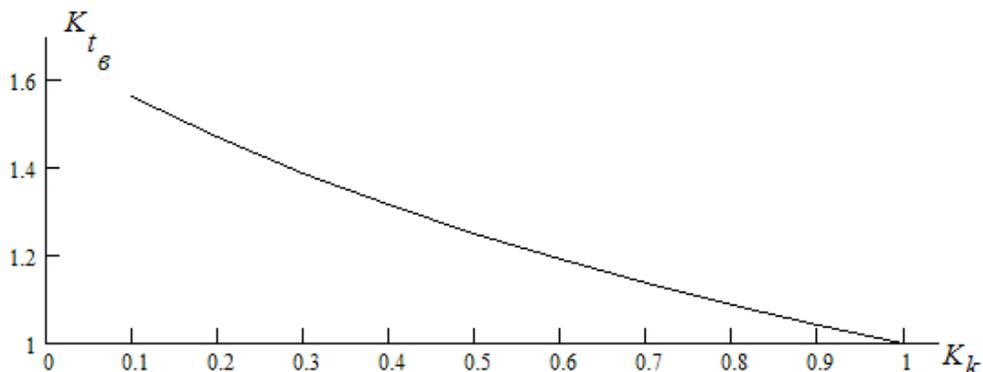


Рис. 1. Зависимость выигрыша во времени выборки от величины коэффициента конверсии

Согласно выражению (4), выигрыш в скорости разряда конденсатора хранения (выигрыш во времени хранения) $K_{t\hat{a}}$ в случае разработанного УВХ определяется выражением:

$$K_{t\ddot{\alpha}\ddot{\delta}} = \frac{dU_{c\ddot{\alpha}\ddot{\delta}}}{dt} \Big/ \frac{dU_{c\dot{\epsilon}\ddot{\alpha}\ddot{\delta}}}{dt} = \frac{I_{\Sigma\ddot{\alpha}\ddot{\delta}}}{\tilde{N}_{\ddot{\alpha}\ddot{\delta}}} \Big/ \frac{I_{\Sigma\ddot{\alpha}\ddot{\delta}} \cdot 0,64 + I_{\Sigma\ddot{\alpha}\ddot{\delta}} \cdot 0,36 \cdot K_K}{\tilde{N}_{\dot{\epsilon}\ddot{\alpha}\ddot{\delta}}} = \quad (7)$$

$$= \frac{I_{\Sigma\ddot{\alpha}\ddot{\delta}}}{I_{\Sigma\ddot{\alpha}\ddot{\delta}} \cdot 0,64 + I_{\Sigma\ddot{\alpha}\ddot{\delta}} \cdot 0,36 \cdot K_K} = \frac{1}{0,64 + 0,36 \cdot K_K}$$

С учетом данных типового УВХ, зависимость (7) примет вид, показанный на рисунке 2.

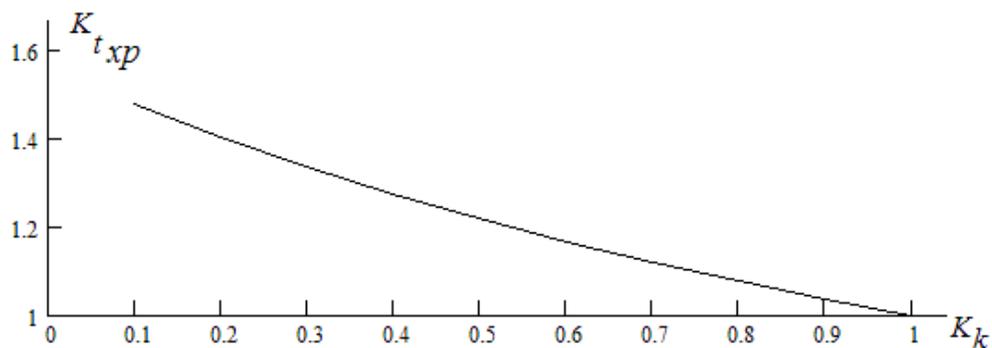


Рис. 2. Зависимость выигрыша во времени хранения от величины коэффициента конверсии

Из анализа полученных результатов можно сделать вывод о том, что разработанное устройство выборки и хранения, в сравнении с типовым, обеспечивает одновременное уменьшение времени выборки и увеличение времени хранения порядка 1,5 раза. Что не только реально повышает точность операции выборки и хранения, но и исключает методическую составляющую погрешности, которая проявляется в типовых УВХ как невозможность одновременного улучшения времени выборки и времени хранения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Пат. 63623 РФ, МПК8 Н03К 17/60. Устройство выборки и хранения / Бондарь М.С., Хорольский В.Я. – № 2006146470/22; заявл. 25.12.06; опубл. 27.05.07, Бюл. № 15.
2. Волович Г.И. Микросхемы АЦП и ЦАП / Г.И. Волович, В.Б. Ежов. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2005. – 432 с.