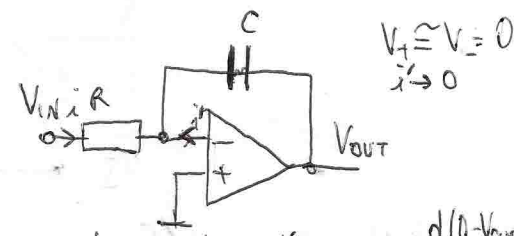
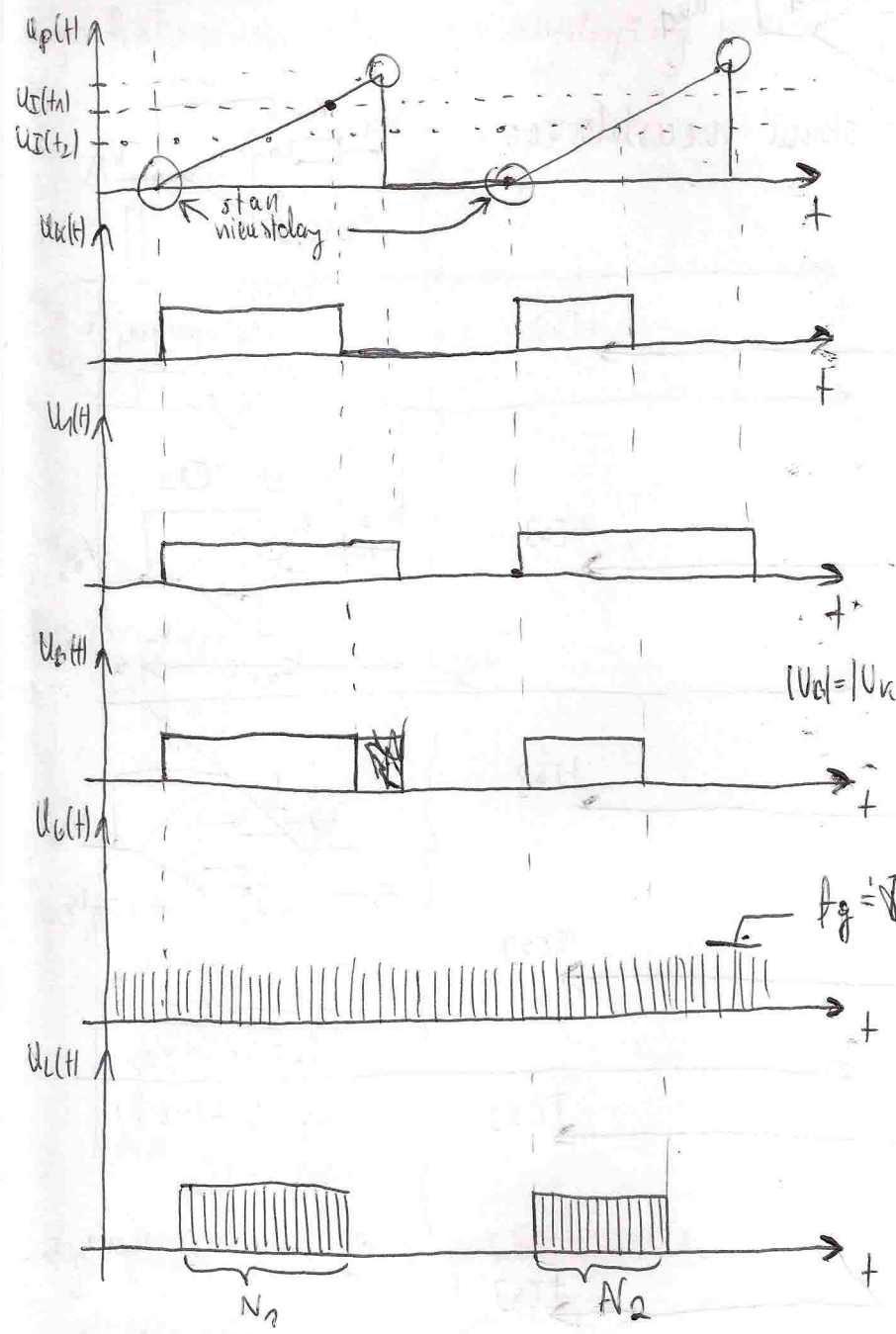


Rys. Schematunek A/C, Metoda schodowa prosta.

$$U_p(t) = -\frac{U_R}{R \cdot C} \cdot t$$



$$\frac{V_{IN} - 0}{R} = -C \cdot \frac{d(0 - V_{OUT})}{dt}$$

$$\frac{V_{IN}(s)}{R} = -C \cdot s \cdot V_{OUT}$$

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = -\frac{1}{RC \cdot s}$$

Rys. Wzmocnienie całkowy

$$V_{OUT}(s) = -\frac{1}{RC \cdot s} \cdot V_{IN}(s)$$

$$V_{OUT}(t) = -\frac{1}{RC} \cdot V_{IN}(t) \cdot t$$

$$|U_2| = |U_1| \cdot |U_1|$$

f_g - częstotliwość generatora

$$|U_2| = |U_1| \cdot |U_1|$$

$$f_g = \frac{1}{T_g} [Hz]$$

$$U_p(t) = -\frac{(-U_R)}{R \cdot C} \cdot T = U_I$$

$$U_I = \frac{U_R}{R \cdot C} \cdot T$$

$$N = \frac{T}{T_g} \leftarrow \text{długość impulsów generowanych przez generację (przebiegię godzinowa)}$$

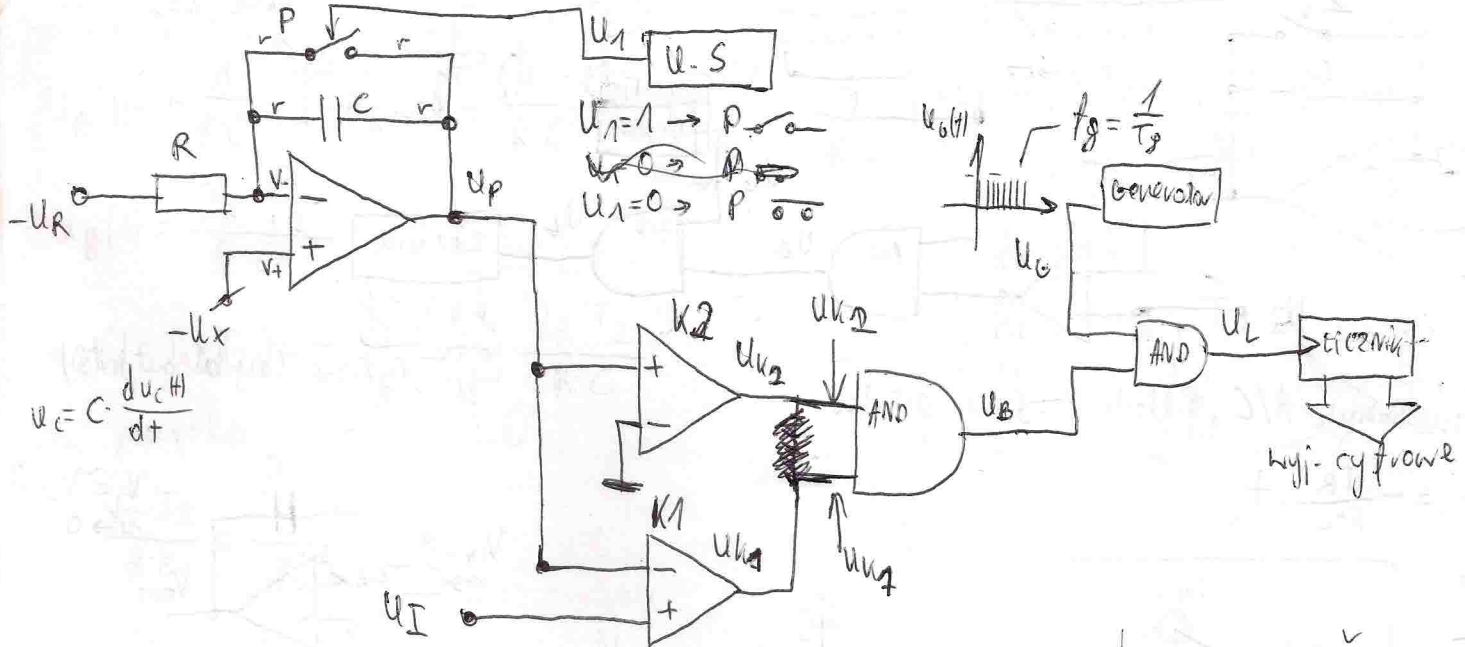
$$N = \frac{T}{T_g} = T \cdot f_g \rightarrow T = \frac{N}{f_g}$$

$$U_I = \frac{U_R}{R \cdot C} \cdot \frac{N}{f_g}$$

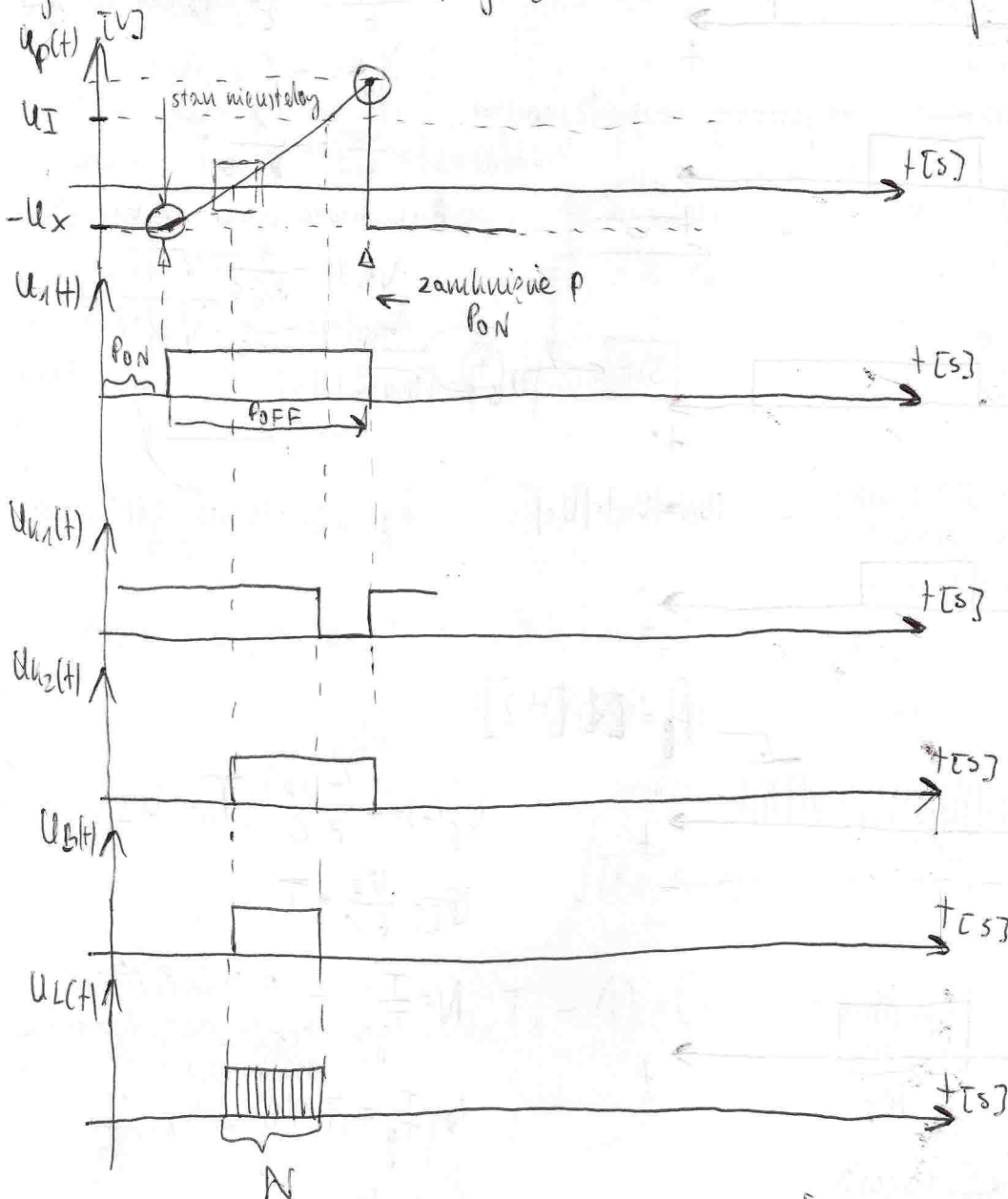
$$N = \frac{R \cdot C}{U_R} \cdot f_g \cdot U_I$$

$$N = f(U_I)$$

Rys. Charakterystyki przetwarzania.



Rys. Przetwornik A/C z "wycięciem" stanu nieustalonego.

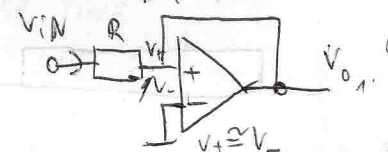


Rys. Charakterystyki przetwarzania przetwornika.

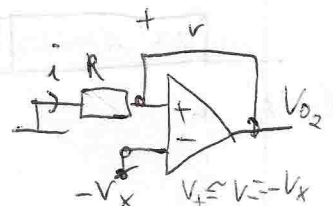


Metoda superpozycji

$$V_0 = V_{01} + V_{02}$$



$$V_{01} = 0$$



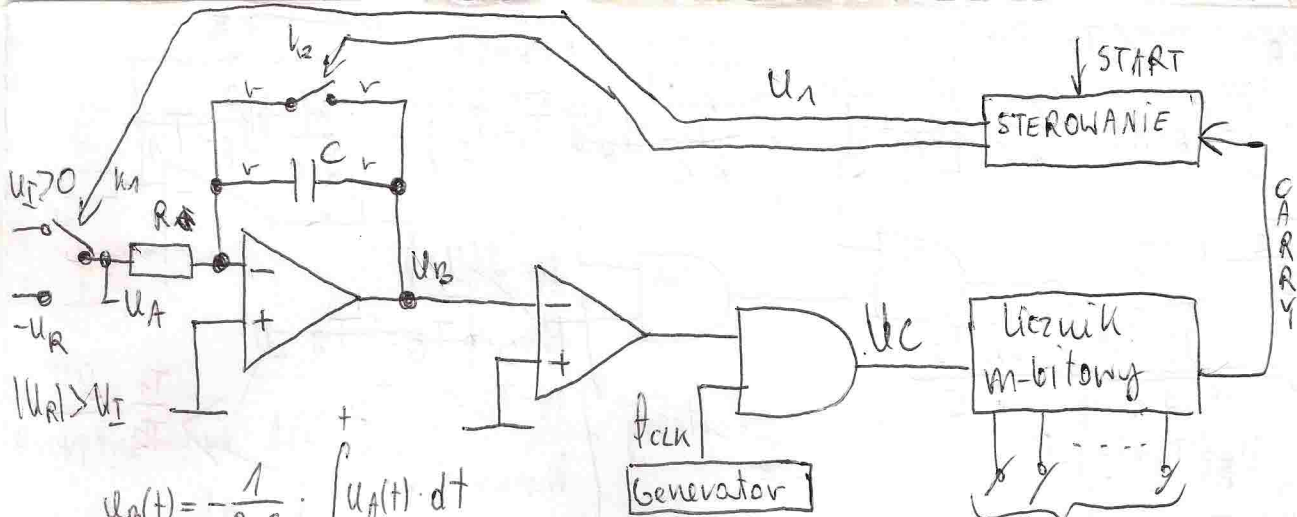
$$V_{02} = -V_x$$

$$V_0 = V_{01} + V_{02}$$

$$V_0 = 0 + (-V_x)$$

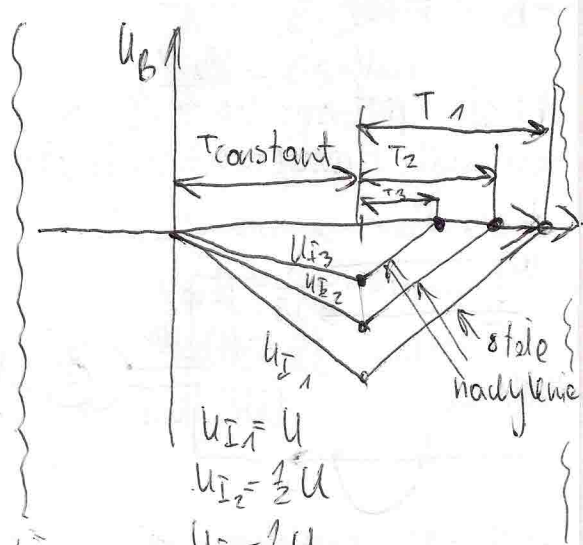
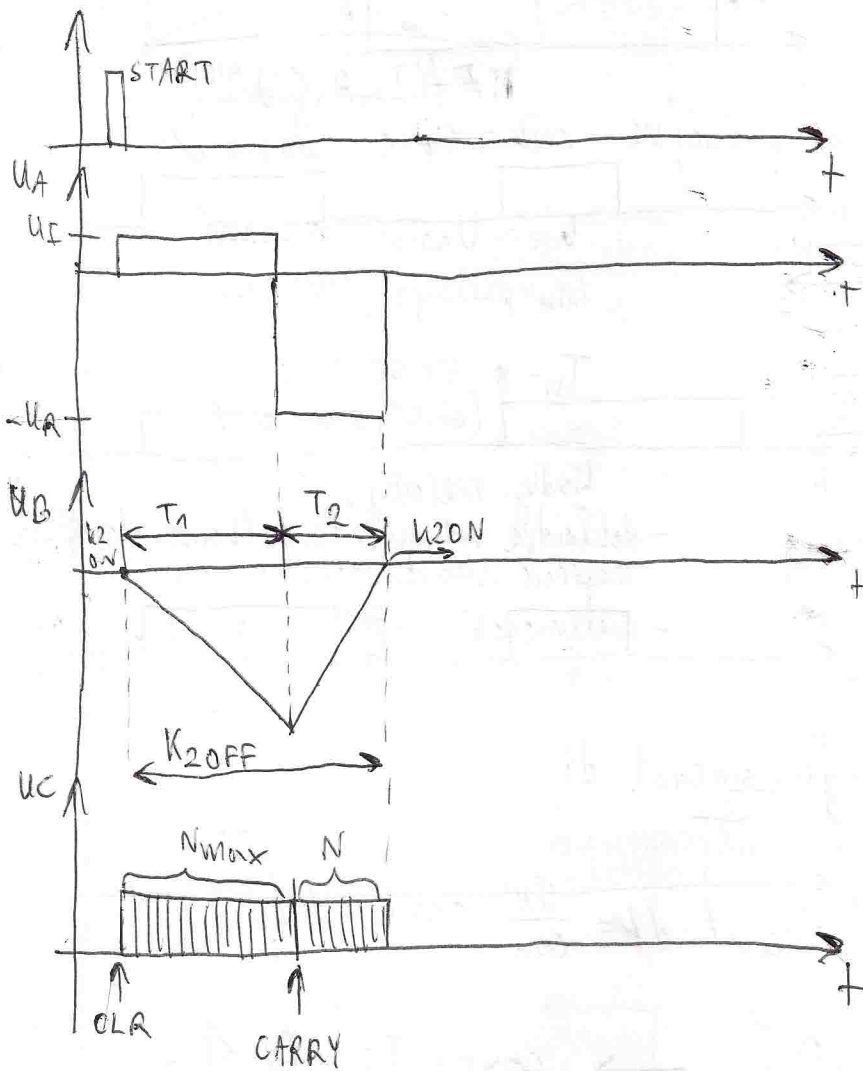
$$V_0 = -V_x$$

Rys. Wzrostki napięcia.



$$U_B(t) = -\frac{1}{R \cdot C} \cdot \int U_A(t) \cdot dt$$

Rys. Schemat układu ADC wykorzystujący metodę podwójnego całkowania.



Rys. Pomocnicze charakterystyki występa napięcia $U_B(t)$

$$T_{constant} \Rightarrow R \cdot C [s]$$

$$\tau = R \cdot C$$

$$C = \frac{\tau}{R}$$

Rys. Charakterystyki przetwarzania.

$$U_B(t) = -\frac{1}{R \cdot C} \cdot \int U_A(t) \cdot dt$$

$$1) U_A(t) = U_I$$

$$U_B(t) = -\frac{1}{R \cdot C} \int U_I \cdot dt = -\frac{1}{R \cdot C} [U_I \cdot t]_0^{T_1} = -\frac{1}{R \cdot C} \cdot U_I \cdot T_1 - 0$$

$$U_B(T_1) = -\frac{U_I \cdot T_1}{R \cdot C}$$

2) $U_A(t) = -U_R \quad < T_1, T_1+T_2 >$

$$U_B(t) = -\frac{1}{R \cdot C} \int_{T_1}^{T_1+T_2} -U_R \cdot dt = \frac{1}{R \cdot C} [U_R t]_{T_1}^{T_1+T_2} = \frac{1}{R \cdot C} U_R \cdot (T_1+T_2) - \frac{1}{R \cdot C} U_R \cdot T_1$$

$$U_B(t) = \frac{U_R \cdot T_2}{R \cdot C}$$

$$U_B(t=T_1+T_2) = -\frac{U_I \cdot T_1}{R \cdot C} + \frac{U_R \cdot T_2}{R \cdot C}$$

na punkcie $U_B(t=T_1+T_2) = 0$

$$\frac{U_R \cdot T_2}{R \cdot C} = \frac{U_I \cdot T_1}{R \cdot C}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{U_R}{U_I} \quad \frac{U_R}{U_I} = \frac{2^m}{N} \quad \rightarrow \quad N = 2^m \cdot \frac{U_I}{U_R}$$

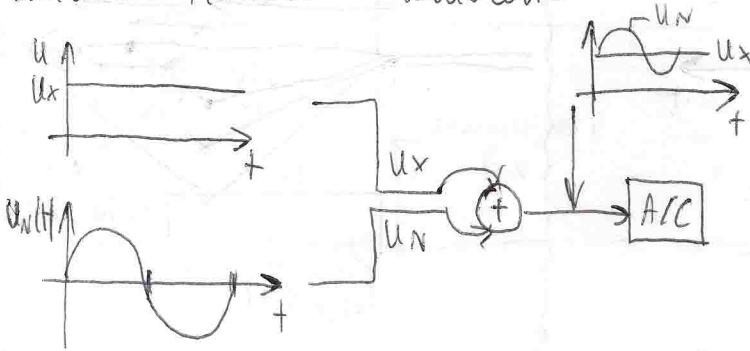
$N = f(U_I)$

$$\begin{cases} N_{max} \cdot T_G = T_1 \\ N \cdot T_G = T_2 \\ N_{max} = 2^m \end{cases} \rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{2^m}{N}$$

$$N = \frac{2^m}{U_R} \cdot U_I$$

$N \neq f(T_G, R, C) !!!$

Metoda przetwarzania A/C wykonywana podwójne całkowanie posiada możliwości tłumienia zakłóceń.



U_N - U_{noise} → suma
wspulsowa sumów

T_N - noise time
(okres sumów)

Wady metody:

- dekady nie wykryje zero (komparator) → napięcie niezerowa nowa metoda
- nieliniowości wzmocnienia całkowego

$$U_N(t) = U_{Nmax} \cdot \sin(\omega_n t)$$

$$U_I = U_x + U_N \cdot \sin(\omega_n t)$$

$$\int_{T_1}^{T_2} (U_x + U_N \cdot \sin(\omega_n t)) dt = \int_{T_1}^{T_2} U_x dt + \int_{T_1}^{T_2} U_N \cdot \sin(\omega_n t) dt$$

o drugi aby

$$\int_{T_1}^{T_2} U_N \cdot \sin(\omega_n t) dt = 0 \rightarrow \int_{T_1}^{T_2} U_N \cdot \sin(\omega_n t) dt = \frac{U_N}{\omega_n} \cdot \cos(\omega_n t) \Big|_{T_1}^{T_2}$$

$$\frac{U_N}{\omega_n} (\cos(\omega_n T_2) - \cos(\omega_n T_1)) = 0$$

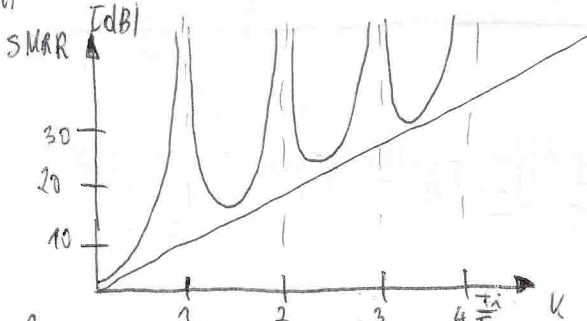
$$\rightarrow \cos(\omega_n T_2) = 1$$

$$\omega_n T_2 = 2\pi \cdot k$$

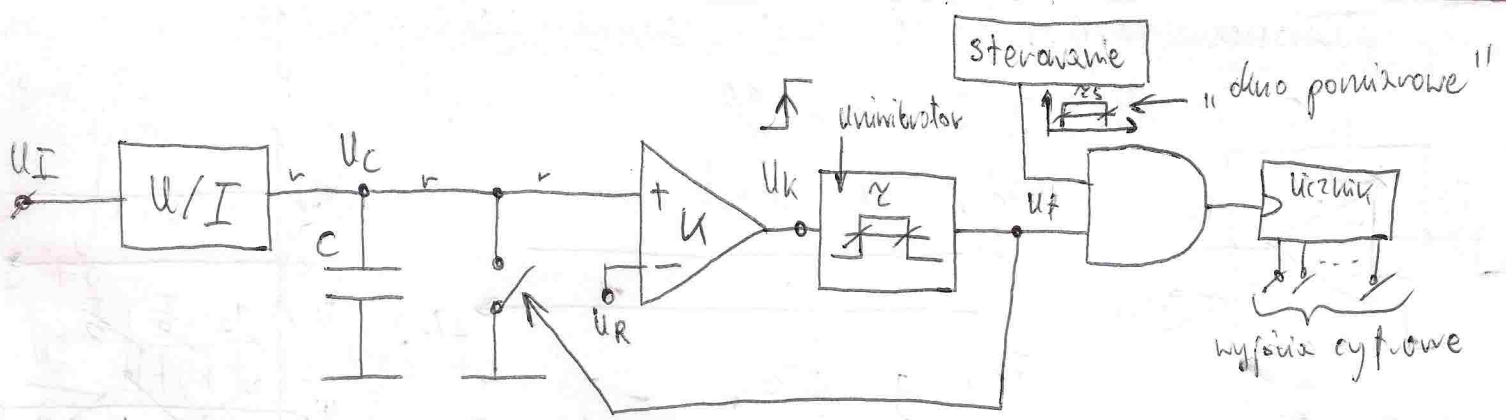
$$2\pi \cdot f_n \cdot T_2 = 2\pi \cdot k$$

$$\frac{T_2}{T_N} = k$$

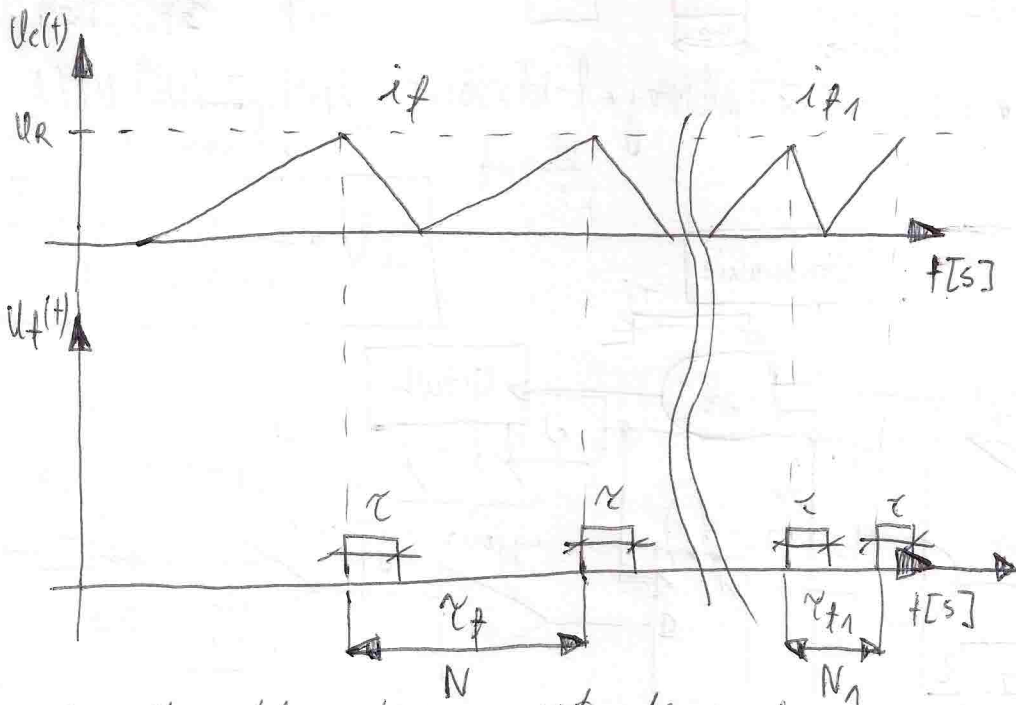
$$T_2 = k \cdot T_N$$



Rys. Im wyższe wartości $\frac{T_2}{T_N}$ tym współczynnik tłumienia zakłóceń większy.



Rys. Przetwornik A/C wykorzystujący metodę wystolnościową prostą z konwerterem U/I.



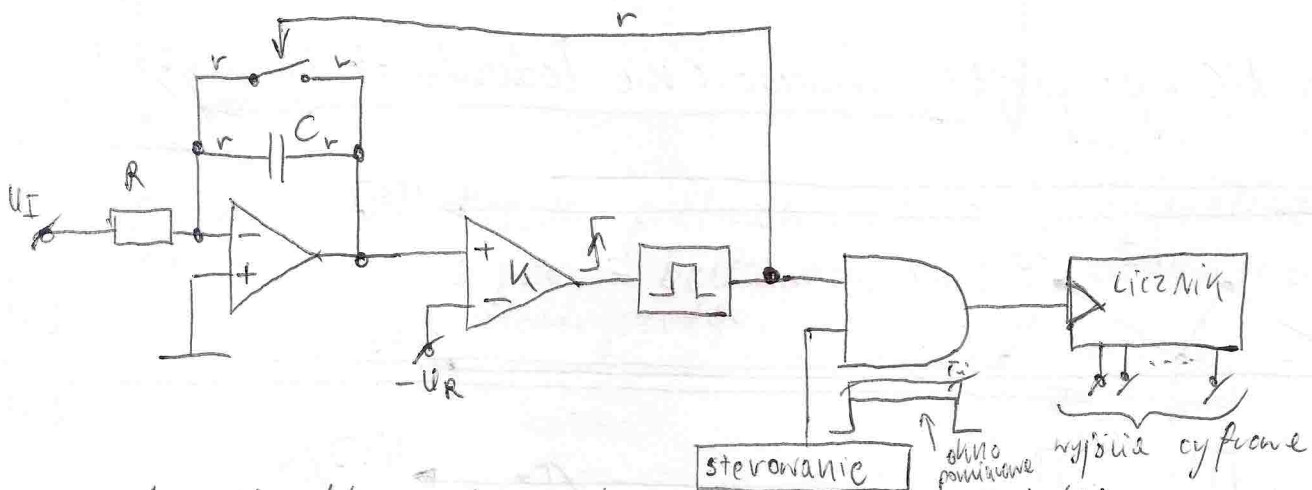
$$U_{R1} > U_R$$

$$i_{f1} > i_f$$

$$N_1 > N$$

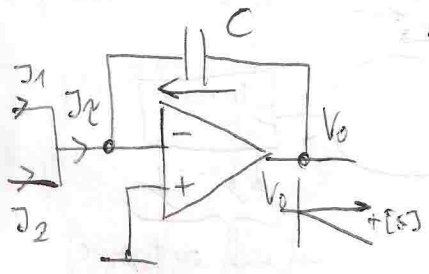
$$U_I(P_1) > U_I(f)$$

Rys. Charakterystyki przetwarzania.

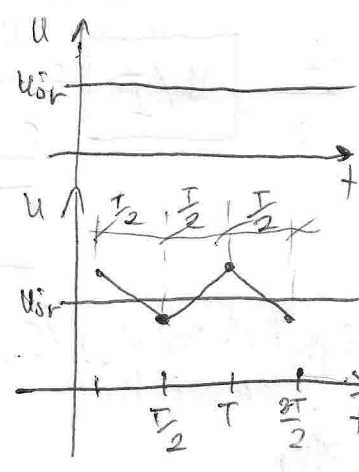
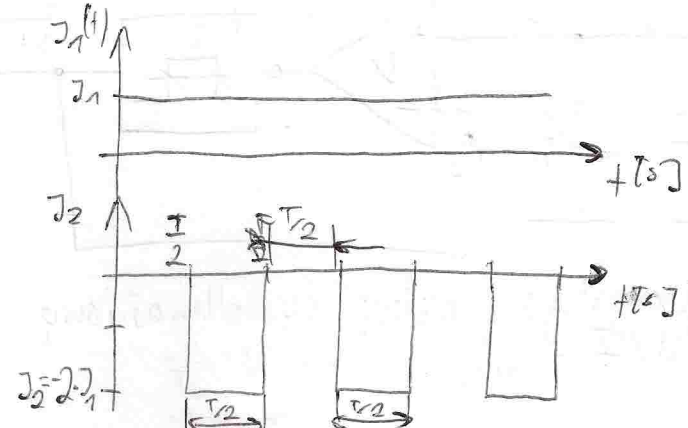


Rys. Przetwornik A/C wykorzystujący metodę wystolnościową prostą z integratorem.

Metody przetwarzania A/C z równoważeniem ładunku elektrycznego.



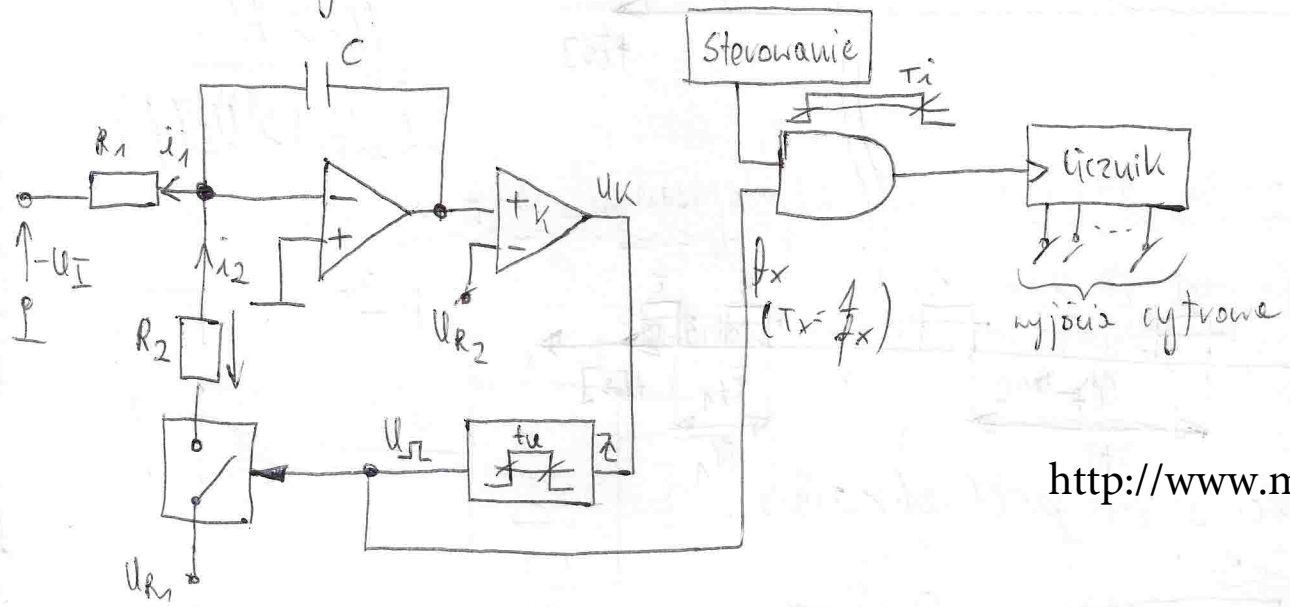
$J_N = J_1 + J_2$ $i = \frac{dq}{dt}$



Rys.
 $J_N = J_1 + J_2 = 0$

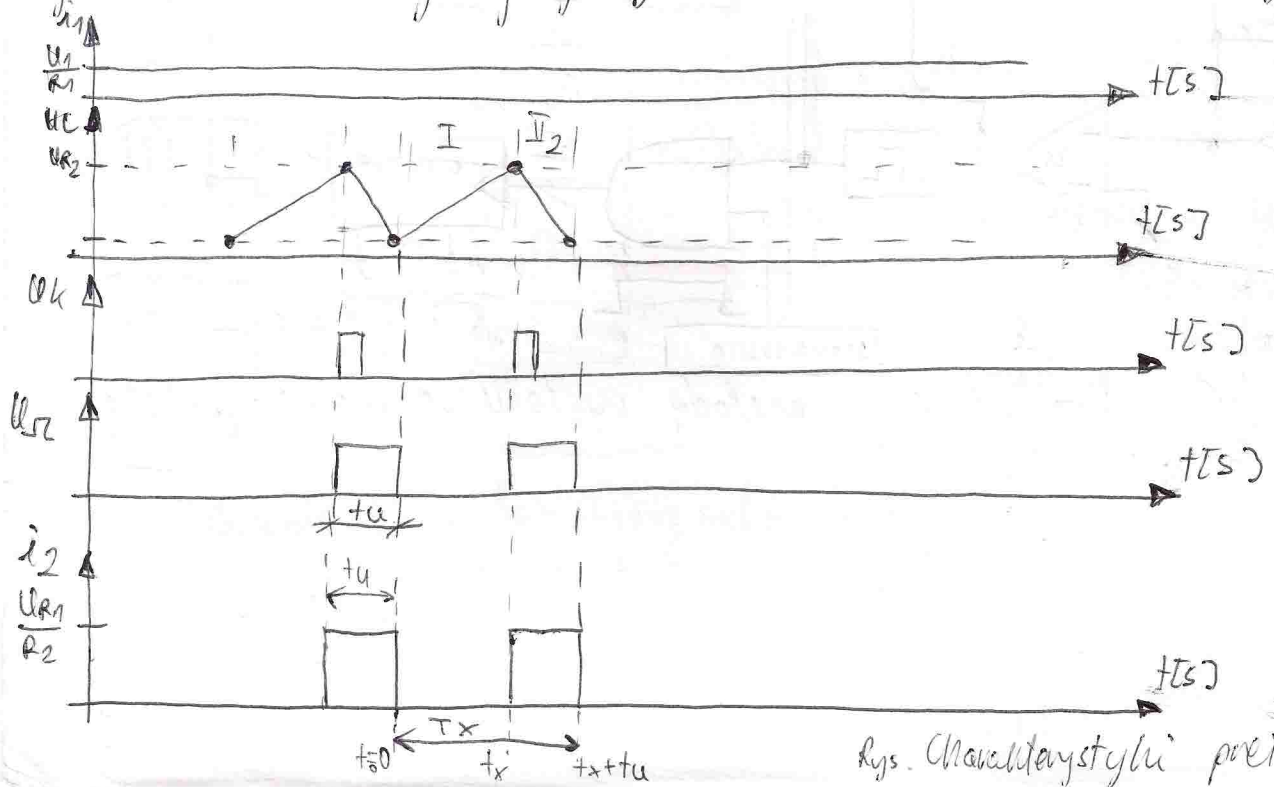
Ładunek dostarczony w trakcie ładowania musi być dokładnie równy ładunkowi odebranemu w trakcie rozładowywania.

Rys. Pomocnicze przebiegi: nasowe $J_1(t)$, $J_2(t)$, $U(t)$.



<http://www.mbmaster.pl>

Rys. Przetwornik A/C wykonany z użyciem równoważenia ładunku elektrycznego.



Rys. Charakterystyki przetwarzania.

Aby ładunek był równonawojowy cały czas musi być spełniony warunek

$$q_1 = q_2 \quad \int_{t_x}^{t_x+t_u} i_1 dt = \int_{t_x}^{t_x+t_u} i_2 dt \quad f_x = \frac{1}{T_x}$$

$$\int_{t=0}^{t_x+t_u} i_1 dt = \int_{t_x}^{t_x+t_u} i_2 dt \quad t_x+t_u = T_x$$

$$\frac{U_I}{R_1} \cdot (t_x+t_u) = \frac{U_{R1}}{R_2} \cdot t_u$$

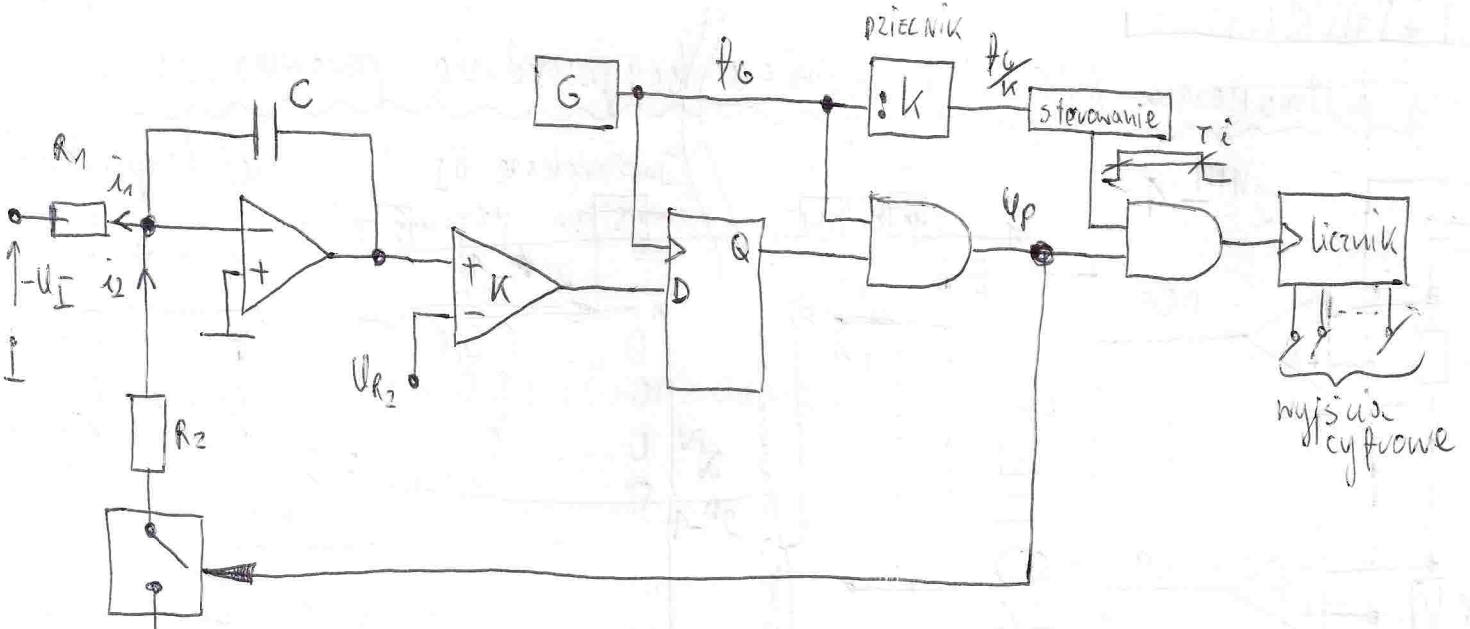
$$\frac{U_I}{R_1} \cdot \frac{1}{f_x} = \frac{U_{R1}}{R_2} \cdot t_u$$

$$f_x = \frac{R_2}{R_1 \cdot U_{R1} \cdot t_u} \cdot U_I \quad N = T_i \cdot f_x \Rightarrow N = \frac{T_i}{T_x}$$

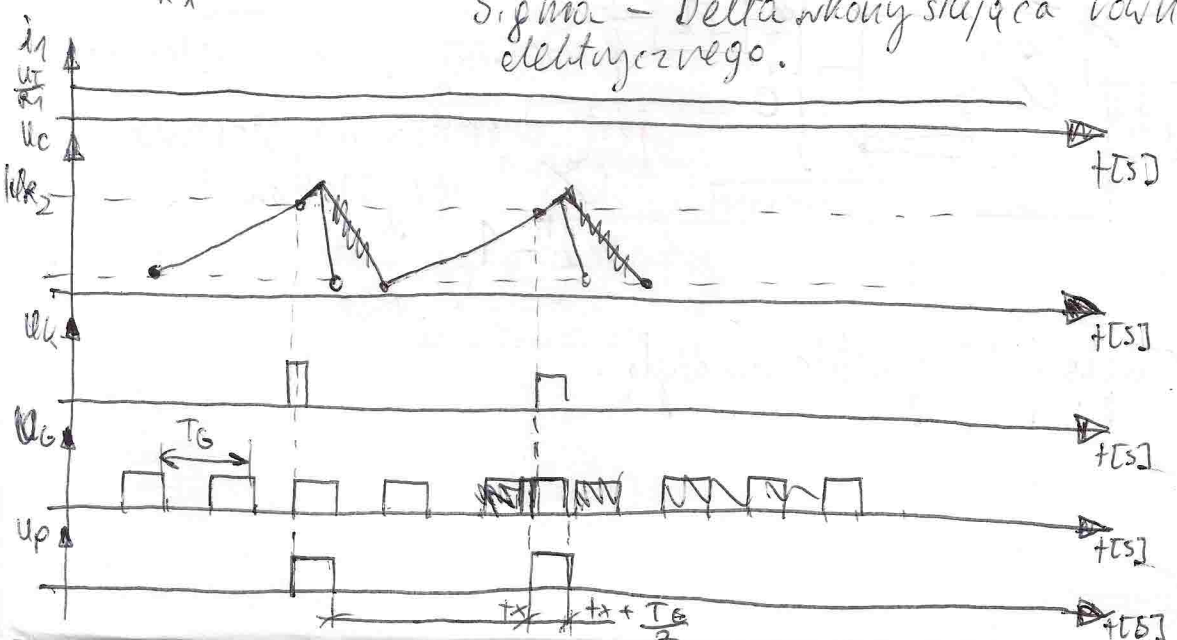
$$f_x = \frac{N}{T_i}$$

$$N = \frac{R_2 \cdot T_i}{R_1 \cdot U_{R1} \cdot t_u} \cdot U_I$$

<http://www.mbmaster.pl>



Rys. Metoda przetwarzania A/C częstotliwościowa Sigma-Delta skony stajęca równoważenie ładunku elektrycznego.



Rys. Charakterystyki przetwarzania.

Przy użyciu metod różnicowości można szybciej uzyskać wynik

$$i_1 = i_2 \quad t_x + \frac{T_G}{2}$$

$$\int_0^{t_x + \frac{T_G}{2}} i_1 \cdot dt = \int_{t_x}^{T_G} i_2 \cdot dt$$

$$\int_0^{T_i} i_1 \cdot dt = N \cdot \int_0^{\frac{T_G}{2}} i_2 \cdot dt$$

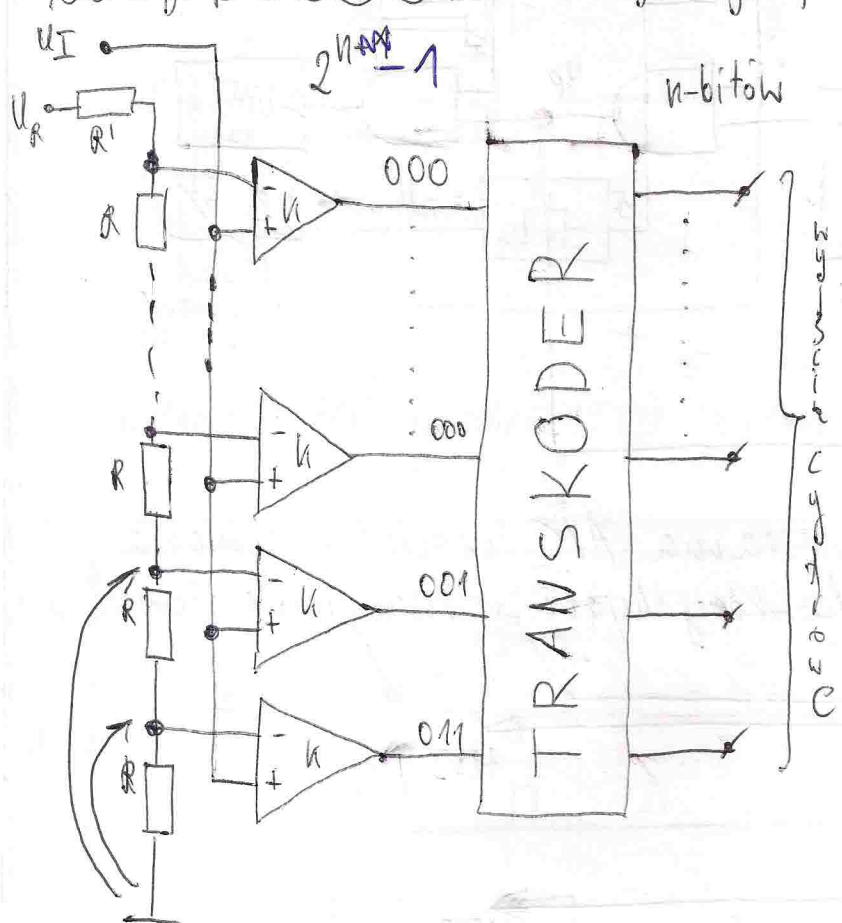
$$\frac{U_I}{R_1} \cdot T_i = N \cdot \frac{U_{R1}}{R_2} \cdot \frac{T_G}{2}$$

$$N = \frac{2 \cdot R_2 \cdot T_i}{R_1 \cdot U_{R1} \cdot T_G} \cdot U_I$$

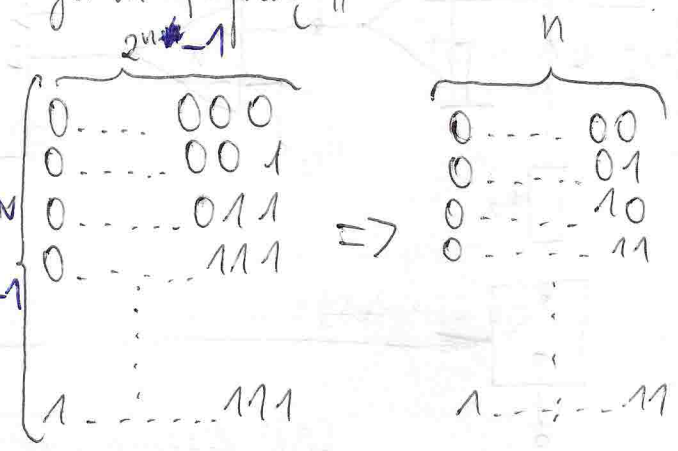
$$\frac{T_i}{T_G} = k \rightarrow T_i = k \cdot T_G$$

$$N = \frac{2 \cdot k \cdot R_2}{R_1 \cdot U_{R1}} \cdot U_I$$

Metody przetwarzania A/C wykorzystujące bezpośrednie porównanie:

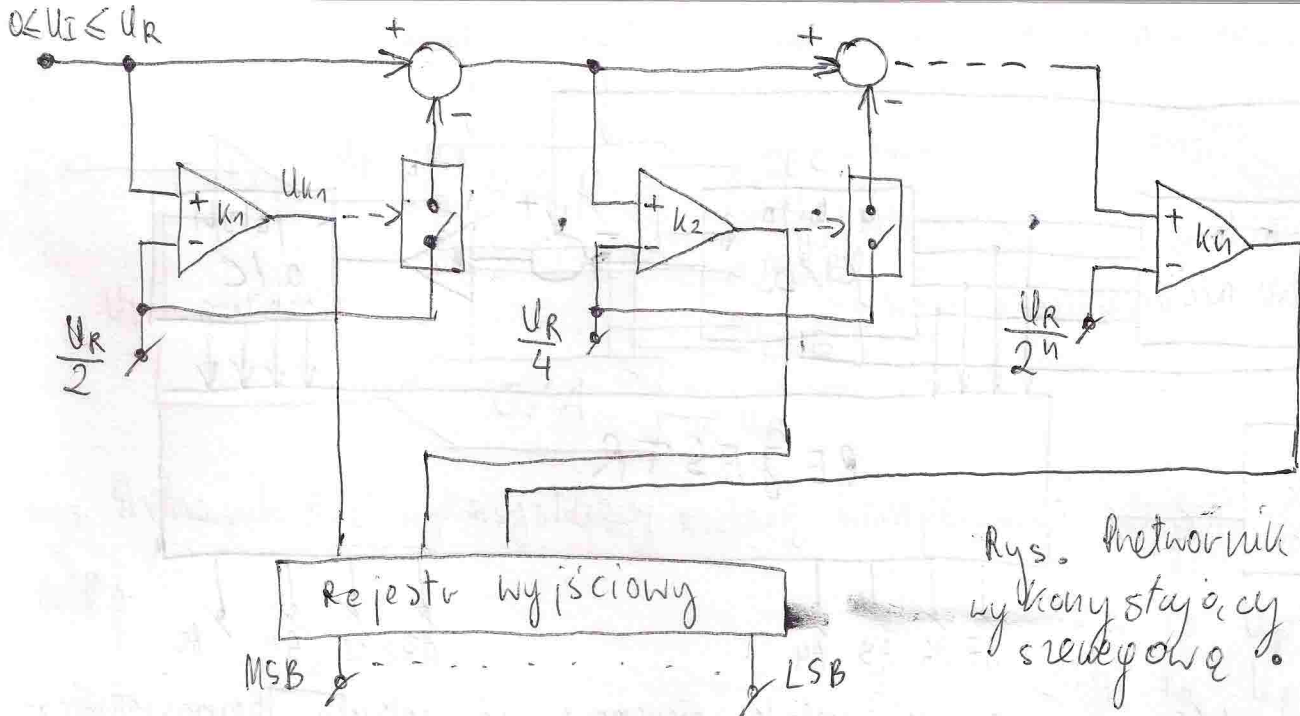


Im większe U_I tym więcej komparatorów wystawi jedynkę "1".



Problemem w tej metodzie jest drabinka rezystorowa ($2^n - 1$ rezystorów).

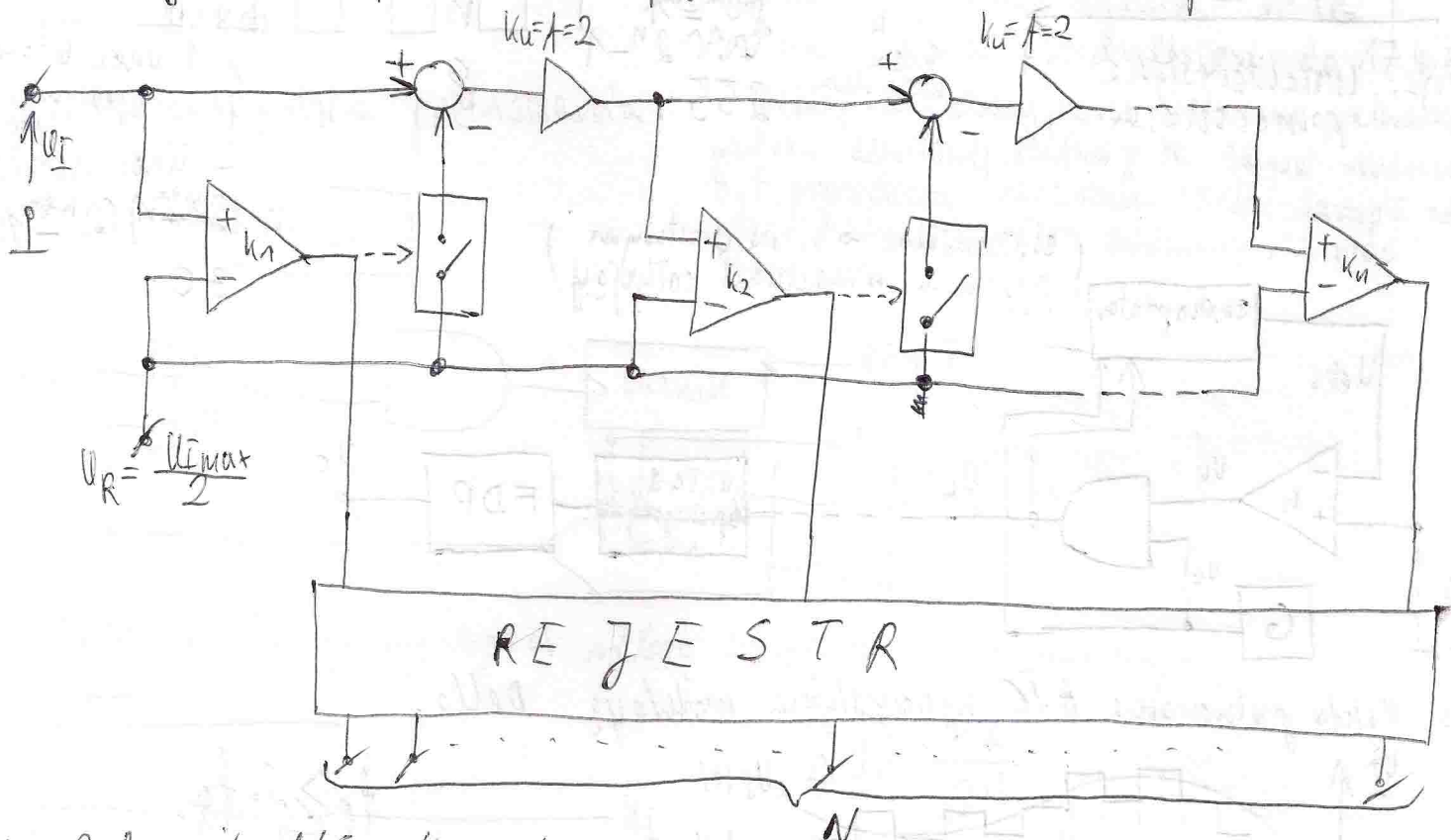
Rys. Przetworniki A/C wykorzystujące metodę różnicowości.



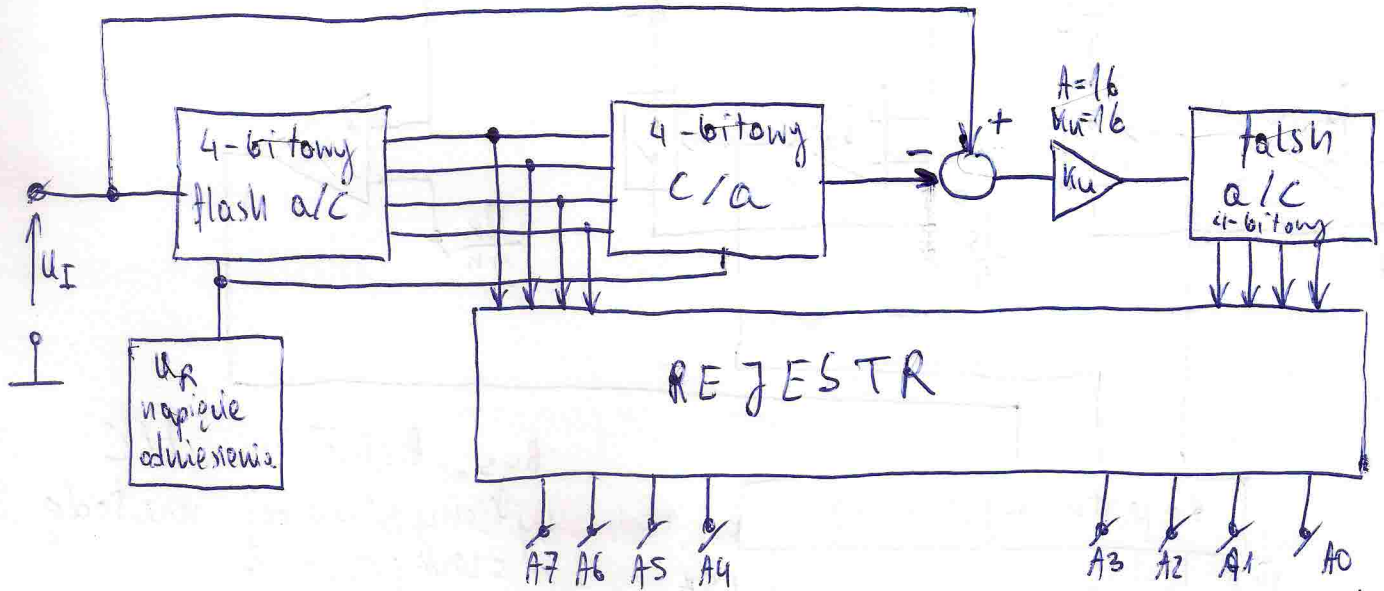
Rys. Schematuk ADC wykonujący metodę szeregową.

Komparatory porównuje napięcie $U_I = \frac{U_R}{2} + \frac{U_R}{4} + \dots + \frac{U_R}{2^n}$. Jeżeli $U_I(t) > \frac{U_R}{2}$ to k_1 rośnie wystawony $\rightarrow U_{k1} = 1$. Na $V+$ k_2 rośnie podane napięcie $U_I - \frac{U_R}{2}$. Jak $U_I(t) < \frac{U_R}{2}$ to na $V+$ k_2 rośnie podane $U_I(t)$.

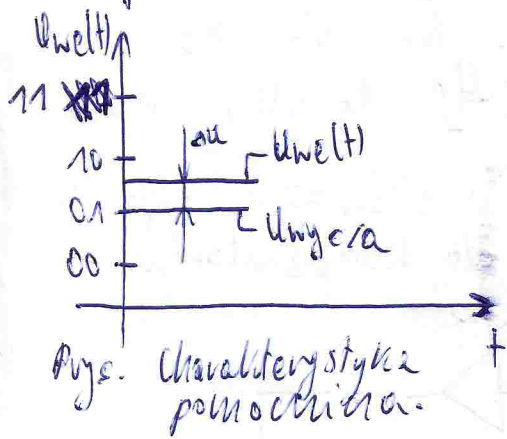
Układ ten jest budowany z n komparatorów (n-bitów \Rightarrow n-komparatorów). Wadę tego układu jest różne napięcie odniesienia dla komparatorów.



Rys. Schematuk ADC wykonujący metodę szeregowo bezpośredniego porównania. Wada tego układu jest różna napięcia odniesienia dla komparatorów. Wadę tego układu jest różne napięcie odniesienia dla komparatorów.



Rys. Przetwarzanie A/C wykorzystujące metodę sukcesywno-równoległą bezpośredniego porównania.

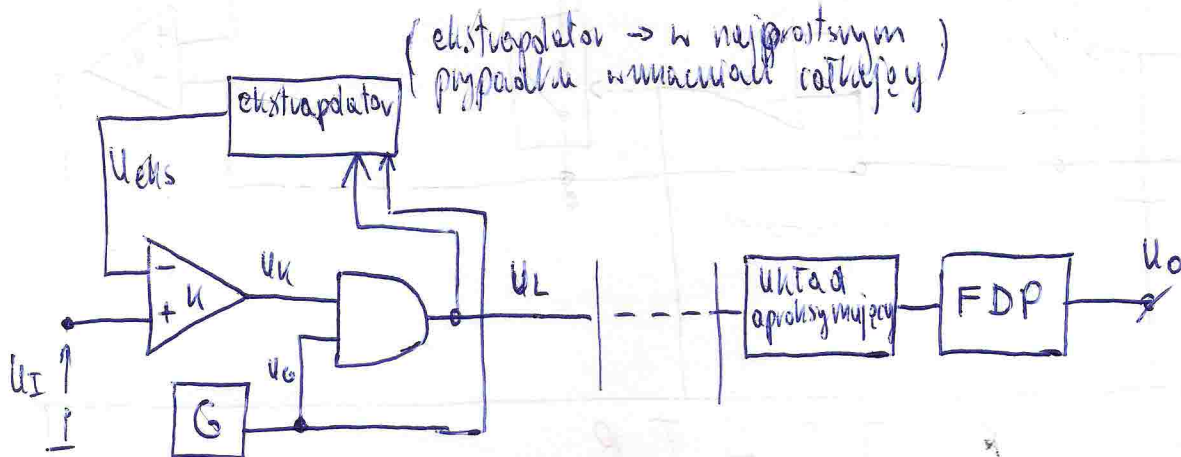


Rys. Charakterystyka nieliniowa.

$$U_{welt} - U_{wygra} = \Delta U$$

Porównanie metod A/C porównania bezpośredniego:

	Równoległa	Sukcesywna	Sukcesywno-równoległa
Linia komparatorów	k	n	$m \times n$
Równoległa	$2^n - 1$	8	1 linia bitów ~ jednym stopniu
	255		Linia stopni
			$m \cdot (2^m - 1) (2^n - 1)$
			30



Rys. Metoda przetwarzania A/C wykorzystująca moduł Delta.

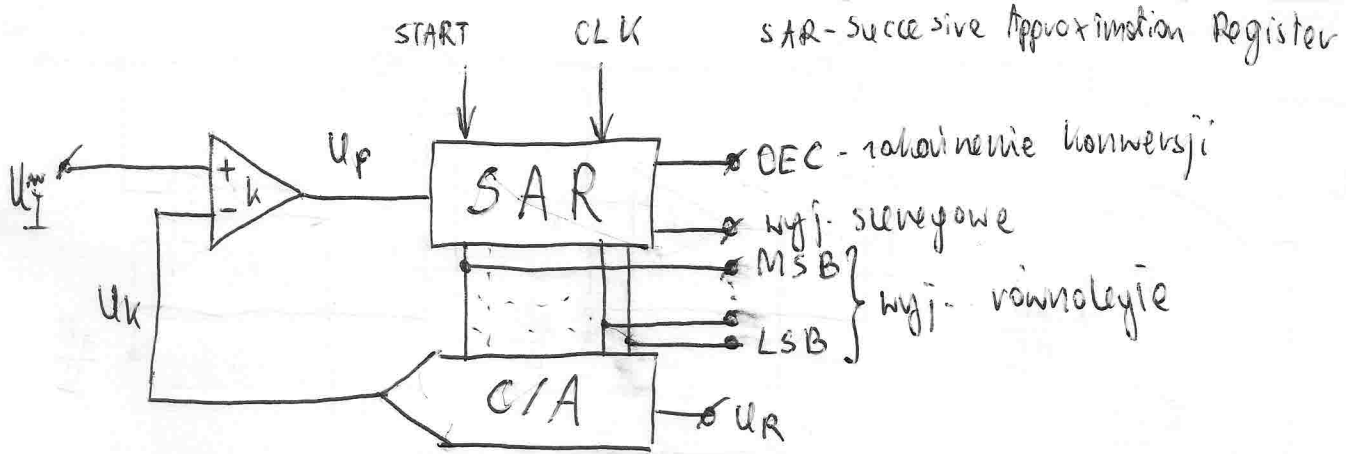


Rys. Charakterystyka przetwarzania Delta.

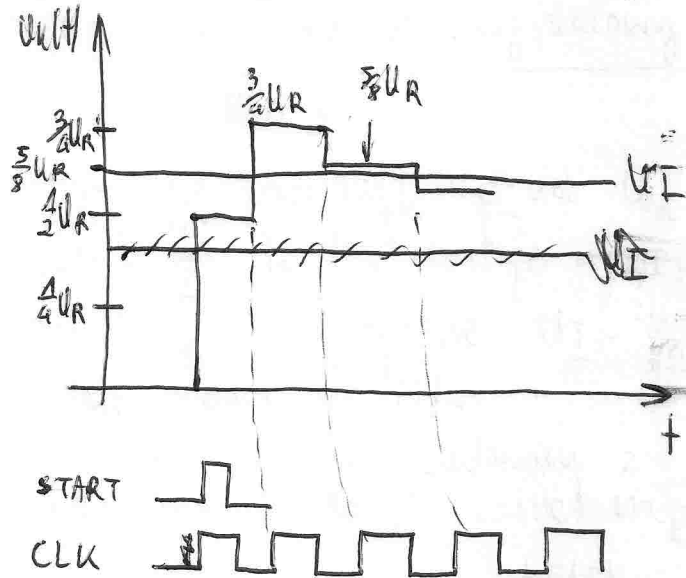
$$f_p \geq 2 \cdot f_g$$

$$U_I > U_{kes} \quad U_L = 1$$

$$U_I < U_{kes} \quad U_L = 0$$



Rys. Przetwornik A/C wykorzystujący metodę kompensacji ~~wagowej~~.



Jak $U_I > U_k$ to $U_p = 1$
 Jak $U_I < U_k$ to $U_p = 0$

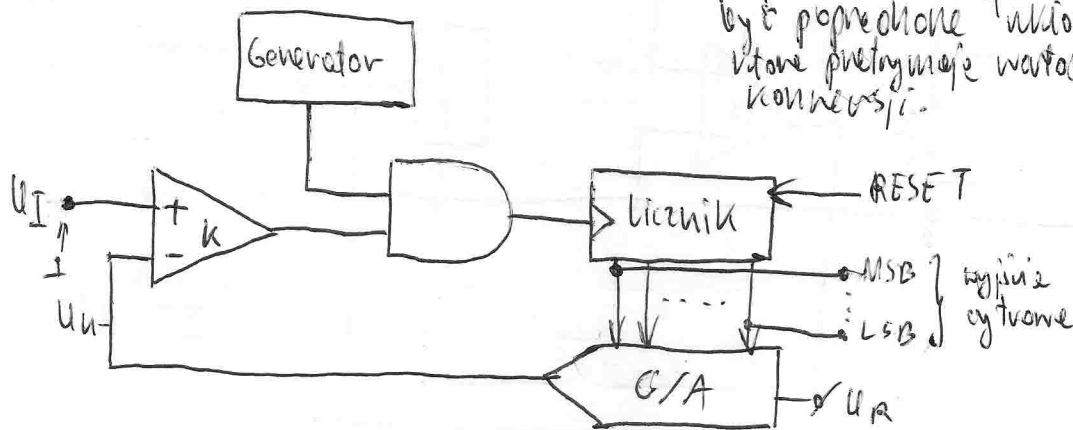
rozróżnienie przetwarzania następuje po impulsie start (U_{in}=0) → U_p=1 w drugim okresie zegarowym U_k = 1/2 U_R, to jeżeli na wejście 3 okres CLK U_k = 3/4 U_R, to jeżeli U_I < U_k to U_p = 0, jeżeli U_I > U_k to U_p = 1, to w 5 CLK U_k = 5/8 U_R to jeżeli U_I < U_k to U_p = 0, jeżeli U_I > U_k to U_p = 1.

Czas uzyskania wyniku = n · T_g

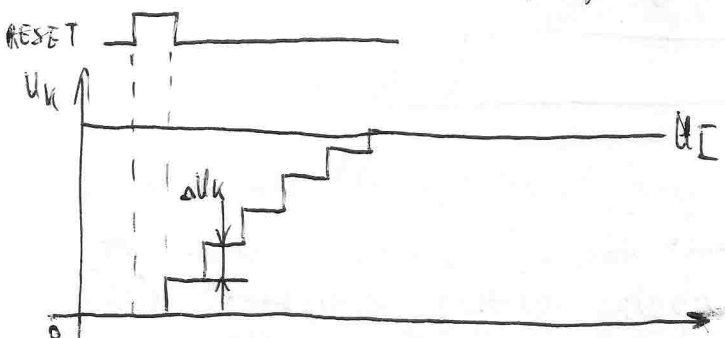
Maks. uzyskani rozdzielczości do 17 bitów.

Metody kompensacyjne są metodami przetwarzania wartości dwulicowej. Wskazy te należy uważać, by być poprawione układami S/H (Sample Hold), które przetrzymuje wartość analogową na czas konwersji.

Rys. Charakterystyka przetwarzania.



Rys. Przetwornik A/C wykorzystujący metodę kompensacji równoległej.



$$\Delta U_k = \frac{U_R}{2^n}$$

krok

czas odpowiedzi = 2ⁿ · T_g
 uzyskanie wyniku

Rys. Charakterystyka przetwarzania.