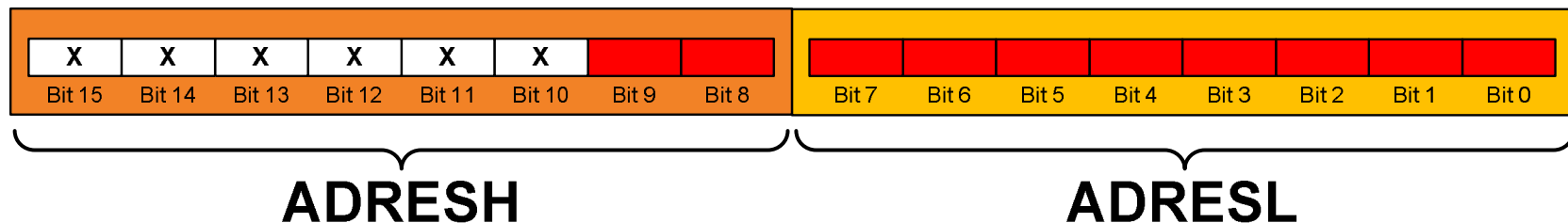
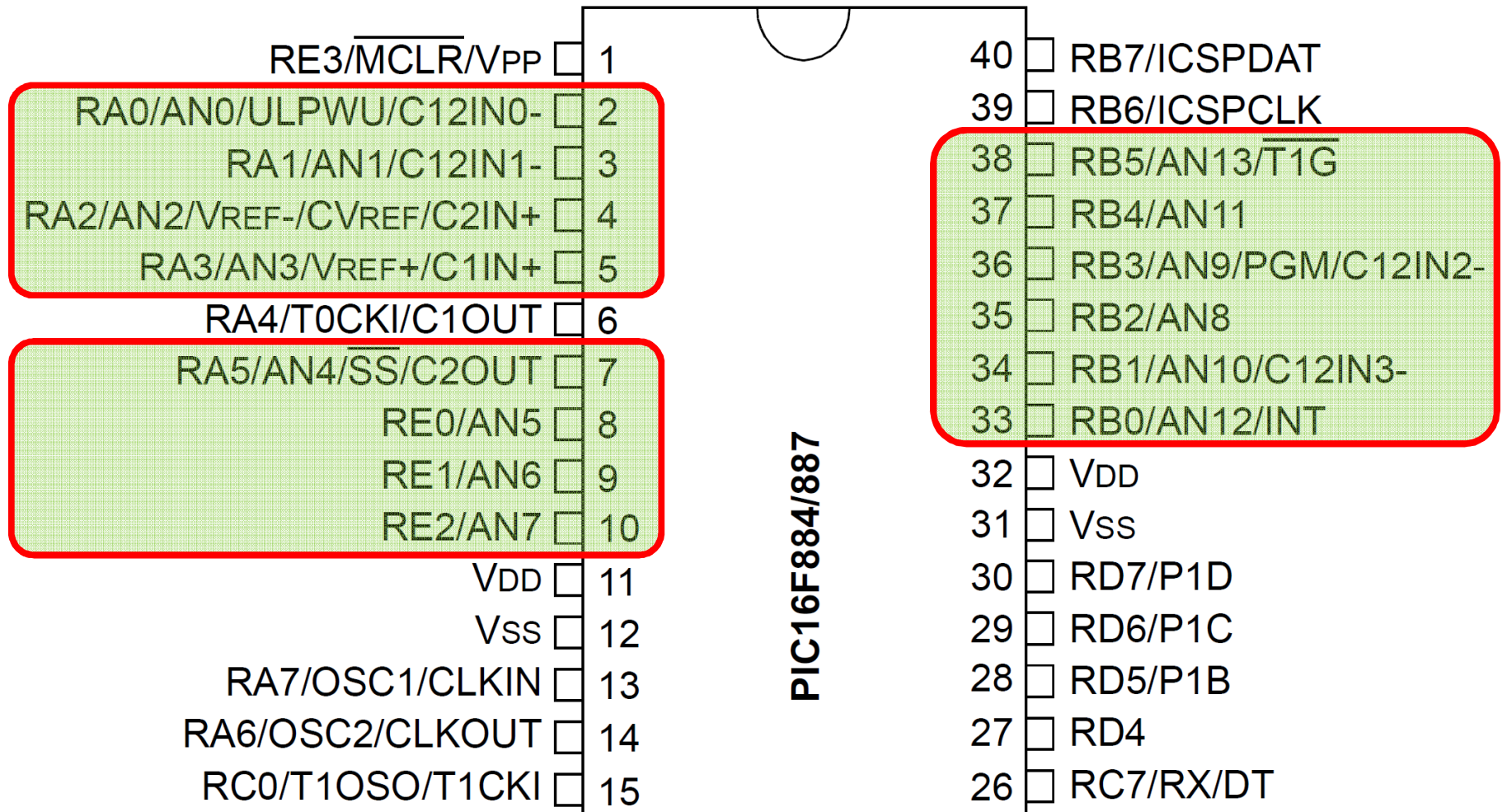


ADC MODUL:16F887

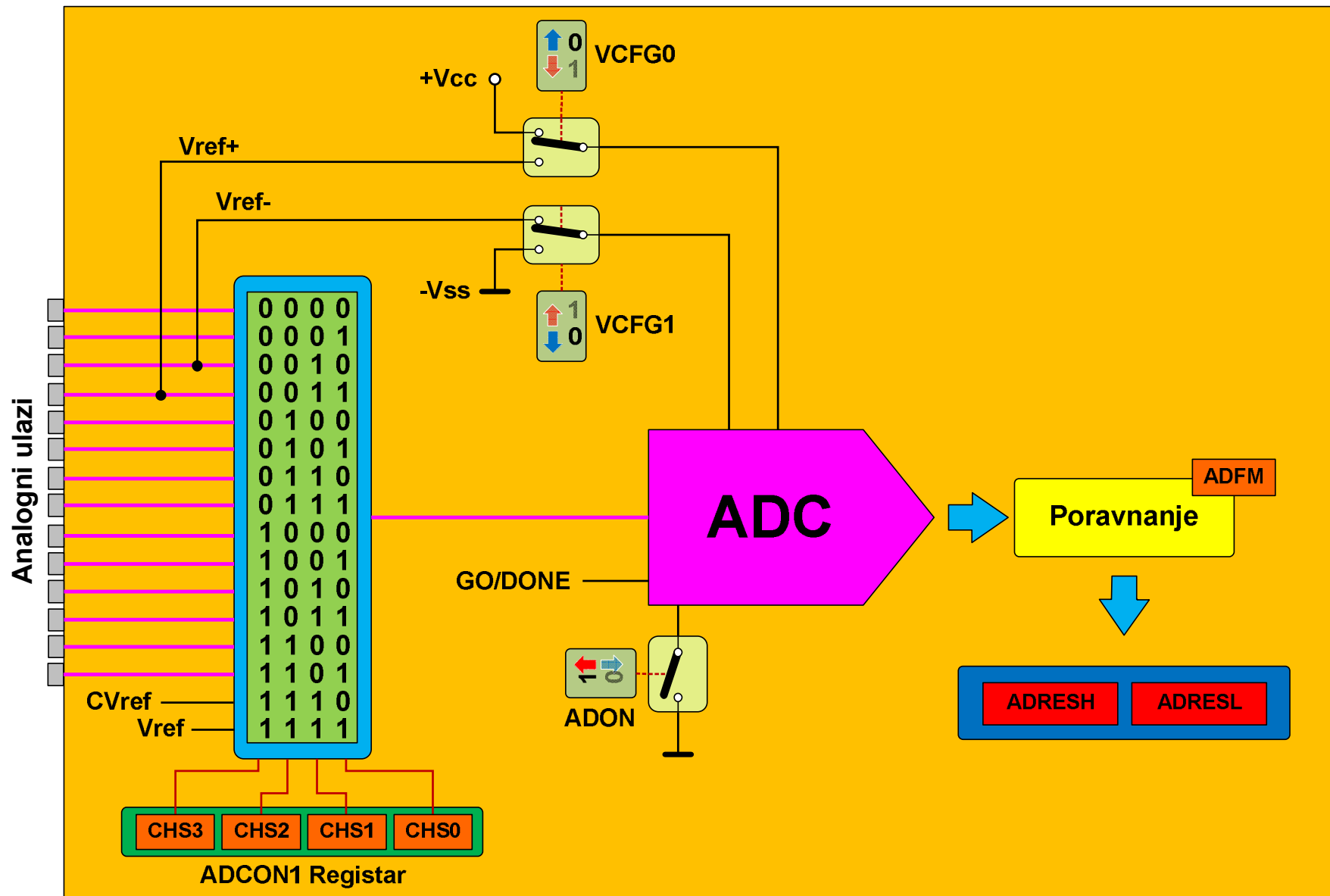
- ADC modul koristi se za konverziju analognog signala u 10 - bitni broj
- Postoji 14 multipleksiranih analognih ulaza, koji su priključeni na jedno kolo za odmjeravanje.
- Izlaz kola za odmjeravanje vodi se za ulaz 10 – bitnog SAR (*Successive approximation*) A/D konvertora
- Kada je proces A/D konverzije završen rezultat se smješta u registarski par ADRESH i ADRESL, GO/DONE bit je obrisao i interapt fleg ADIF je postavljen
- A/D konverzija izvodi se po metodi sukcesivnih aproksimacija



ADC MODUL:16F887



ADC MODUL:16F887



ADC MODUL:16F887 – KORACI KONVERZIJE

1. Konfigurisati A/D modul:

- Konfigurisati analogne pinove, naponske reference i digitalne I/O pinove
- Odabrati uzlazni kanal za A/D konverziju
- Izabrati brzinu A/D konverzije
- Uključiti A/D modul

2. Konfigurisati interapt A/D modula (ako je potrebno):

- Obrisati ADIF bit
- Postaviti ADIE bit
- Postaviti GIE bit

3. Sačetat minimalno vrijeme potrebno za akviziciju signala na ulazu

ADC MODUL:16F887 – KORACI KONVERZIJE

4. Pokrenuti A/D konverziju:

- Postaviti GO/DONE bit

5. Sačekati da se A/D konverzija završi:

- Polling tehnikom provjeravati GO/DONE bit da li je obrisao ili da li je ADIF bit postavljen

ili

- Čekati da se desi interapt od strane A/D modula (ADIF bit postavljen)

6. Očitati rezultat A/D konverzije u registarskom paru ADRESH i ADRESL i obrisati ADIF bit ako je potrebno

7. Za sljedeću konverziju krenuti od korka 1 ili 2

ADC MODUL:16F887 – KORACI KONVERZIJE

4. Pokrenuti A/D konverziju:

- Postaviti GO/DONE bit

5. Sačekati da se A/D konverzija završi:

- Polling tehnikom provjeravati GO/DONE bit da li je obrisao ili da li je ADIF bit postavljen

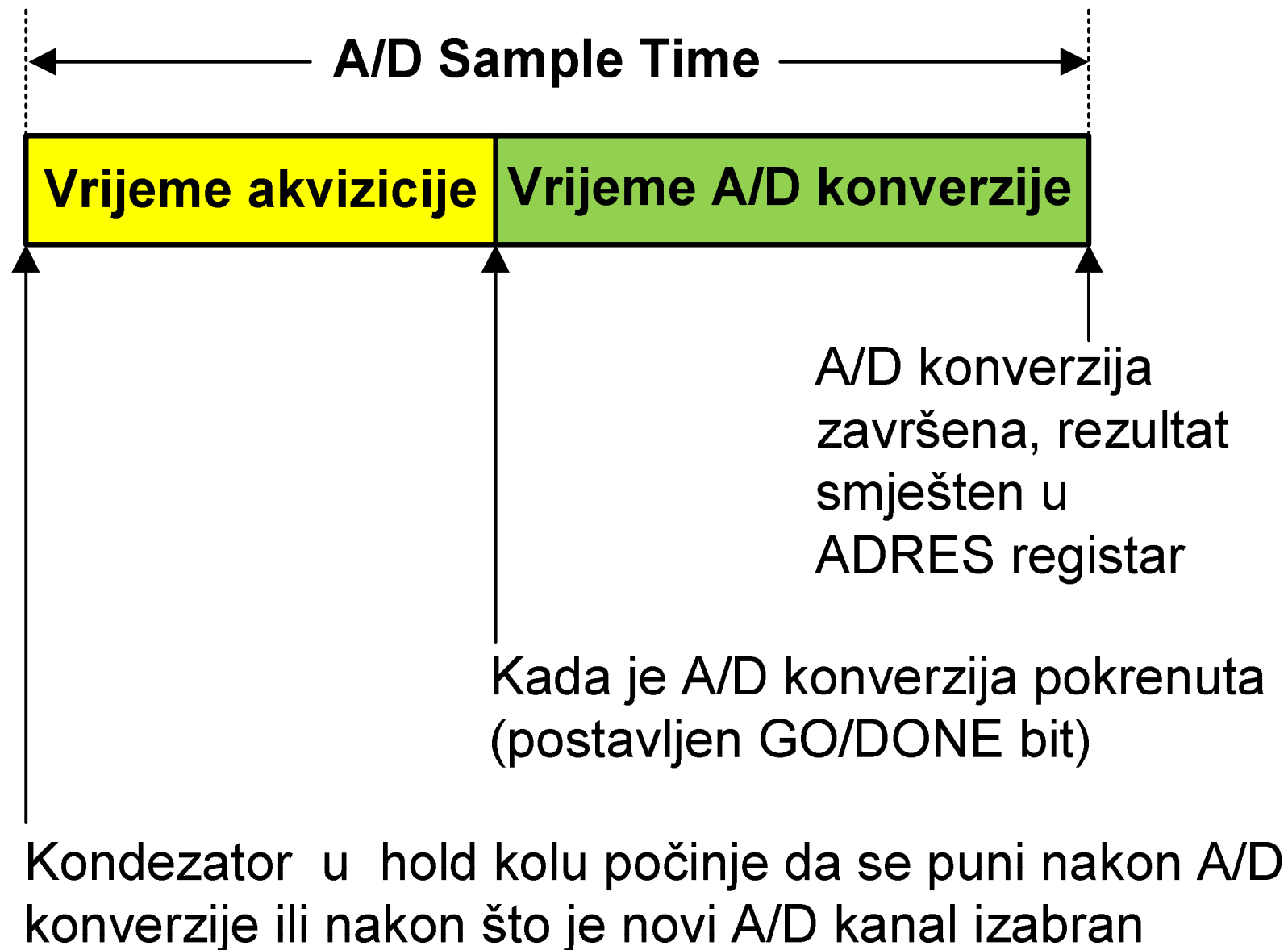
ili

- Čekati da se desi interapt od strane A/D modula (ADIF bit postavljen)

6. Očitati rezultat A/D konverzije u registarskom paru ADRESH i ADRESL i obrisati ADIF bit ako je potrebno

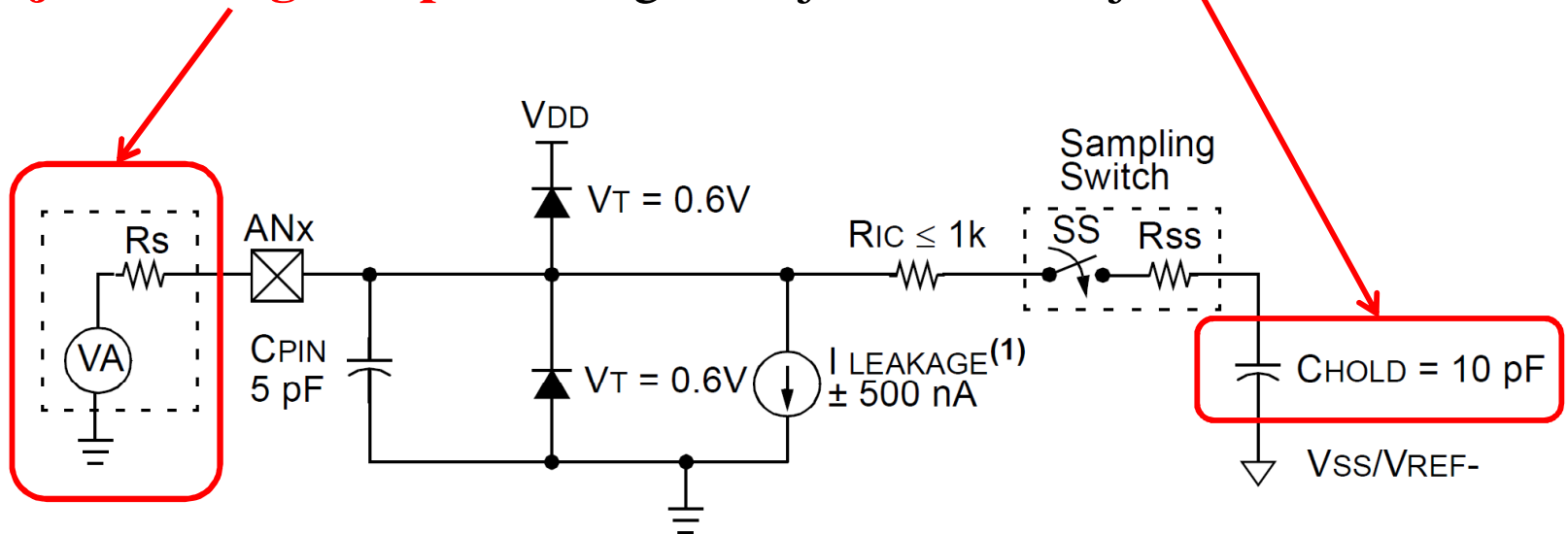
7. Za sljedeću konverziju krenuti od korka 1 ili 2

ADC MODUL:16F887 – VREMENSKE SEKVENCE KONVERZIJE



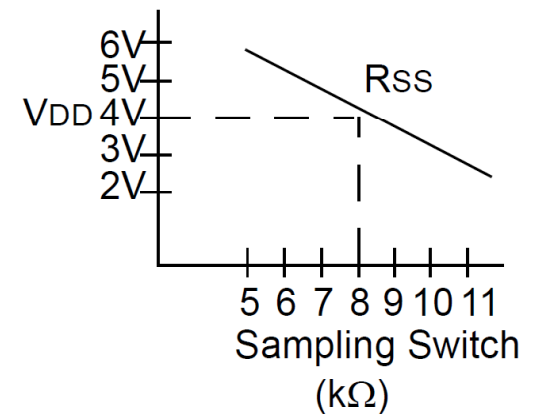
ADC MODUL:16F887 – VRIJEME AKVIZICIJE

- Vrijeme akvizicije je vrijeme za koje je kondenzator C_{HOLD} priključen na **vanjski analogni naponski** signal koji se konvertuje



Legend:

CPIN	= Input Capacitance
VT	= Threshold Voltage
ILEAKAGE	= Leakage current at the pin due to various junctions
RIC	= Interconnect Resistance
SS	= Sampling Switch
CHOLD	= Sample/Hold Capacitance



ADC MODUL:16F887 – VRIJEME AKVIZICIJE

- Vrijeme akvizicije se računa prema formuli:

T_{ACQ} = Amplifier Settling Time + Holding Capacitor Charging Time
+ Temperature Coefficient

$$T_{ACQ} = T_{AMP} + T_C + T_{COFF}$$

- Vrijeme punjenja kondenzatora C_{HOLD} T_C dato je izrazom:

$$T_C = C_{HOLD} \cdot (R_{IC} + R_{SS} + R_S) \cdot \ln \left(\frac{2^{n+1}}{2^{n+1} - 1} \frac{V_{HOLD}}{V_{REF}} - 1 \right)$$

- R_{IC} – sprežna otpornost
- R_{SS} – otpornost prekidača za odmjeravanje signala
- R_S – izlazna otpornost naponskog izvora na ulazu sampling kola
- C_{HOLD} – kapacitivnost kondenzatora C_{HOLD}
- V_{REF} – referentni napon A/D konvertora
- n – broj bitova konverzije

ADC MODUL:16F887 – VRIJEME AKVIZICIJE

Odrediti vrijeme akvizicije T_{ACQ} , ako je poznato $C_{HOLD}=10$ pF, **$R_S=10k\Omega$** , $V_{DD} = 5V$ ® $R_{SS} = 7 k\Omega$ i $R_{IC} = 7 k\Omega$, $T_{AMB} = 50^\circ C$ $V_{HOLD} = V_{REF}$ @ za $t=T_C$, konverzija je $n = 10$ bita, $T_{AMP} = 2\mu s$

$$T_{ACQ} = T_{AMP} + T_C + T_{COFF}$$

$$T_C = C_{HOLD} \cdot (R_{IC} + R_{SS} + R_S) \cdot \ln \left(\frac{2^{n+1}}{2^{n+1} - 1} \frac{V_{HOLD}}{V_{REF}} - 1 \right)$$

$$T_{COFF} = \left[(T_{AMB} - 25^\circ C) \square 0.05 \mu s / ^\circ C \right]$$

$$T_C = 10 pF \cdot (1k\Omega + 7k\Omega + 10k\Omega) \cdot \ln \left(\frac{2^{11}}{2^{11} - 1} - 1 \right) = \mathbf{1.37 \mu s}$$

$$T_{COFF} = \left[(50^\circ C - 25^\circ C) \square 0.05 \mu s / ^\circ C \right] = 1.25 \mu s$$

$$T_{ACQ} = 2\mu s + 1.37 \mu s + 1.25 \mu s = \mathbf{4.62 \mu s}$$

ADC MODUL:16F887 – VRIJEME AKVIZICIJE

Odrediti vrijeme akvizicije T_{ACQ} , ako je poznato $C_{HOLD}=100$ pF, **$R_S=50\Omega$** , $V_{DD} = 5V$ @ $R_{SS} = 7\text{ k}\Omega$ i $R_{IC} = 7\text{ k}\Omega$, $T_{AMB} = 50^\circ\text{C}$ $V_{HOLD} = V_{REF}$ @ za $t=T_C$, konverzija je $n = 10$ bita, $T_{AMP} = 2\mu\text{s}$

$$T_{ACQ} = T_{AMP} + T_C + T_{COFF}$$

$$T_C = C_{HOLD} \cdot (R_{IC} + R_{SS} + R_S) \cdot \ln\left(\frac{2^{n+1}}{2^{n+1} - 1} \frac{V_{HOLD}}{V_{REF}} - 1\right)$$

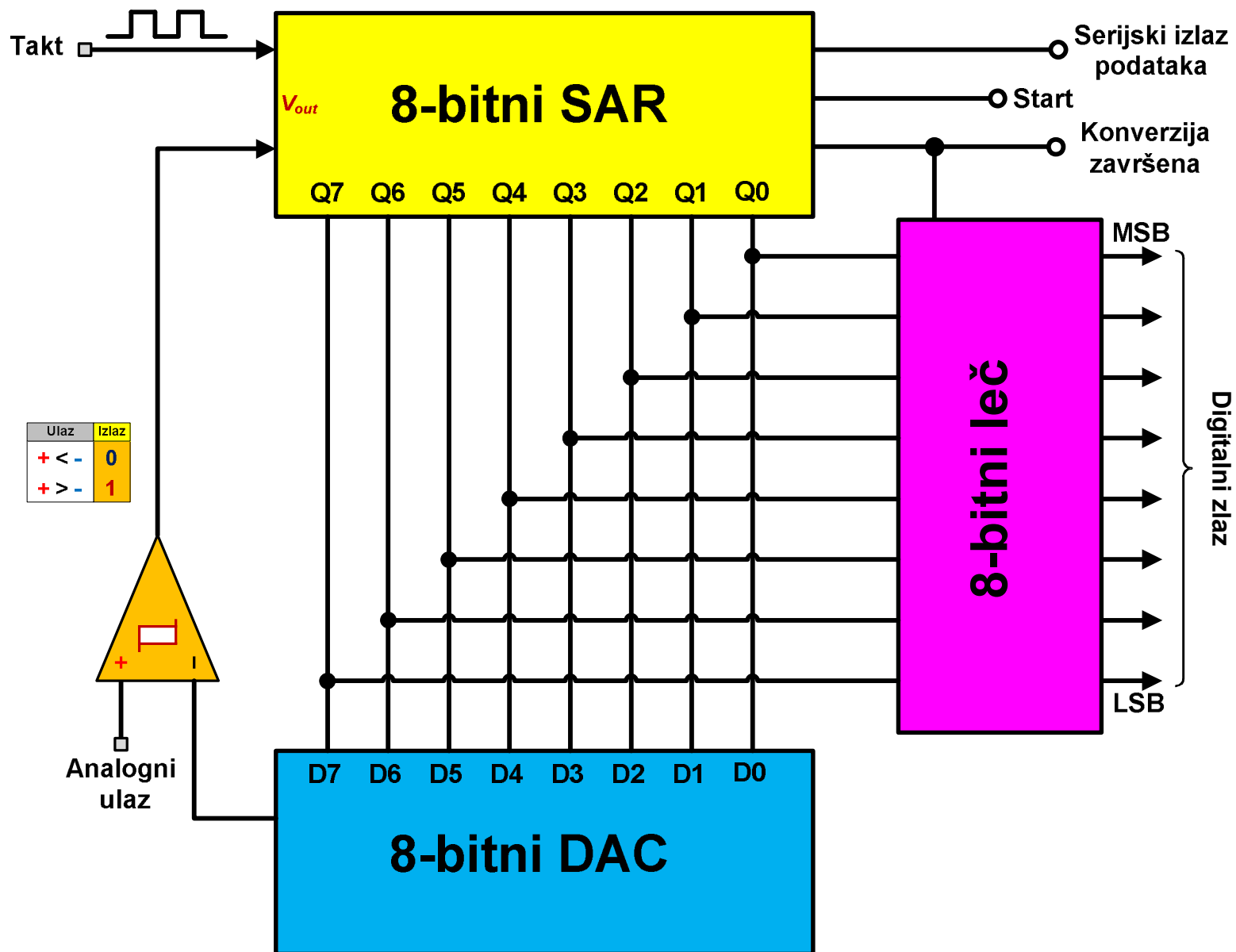
$$T_{COFF} = \left[(T_{AMB} - 25^\circ\text{C}) \cdot 0.05 \mu\text{s}/^\circ\text{C} \right]$$

$$T_C = 10\text{ pF} \cdot (1\text{ k}\Omega + 7\text{ k}\Omega + 50\Omega) \cdot \ln\left(\frac{2^{11}}{2^{11} - 1} - 1\right) = \mathbf{0.61\mu\text{s}}$$

$$T_{COFF} = \left[(50^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) \cdot 0.05 \mu\text{s}/^\circ\text{C} \right] = 1.25\mu\text{s}$$

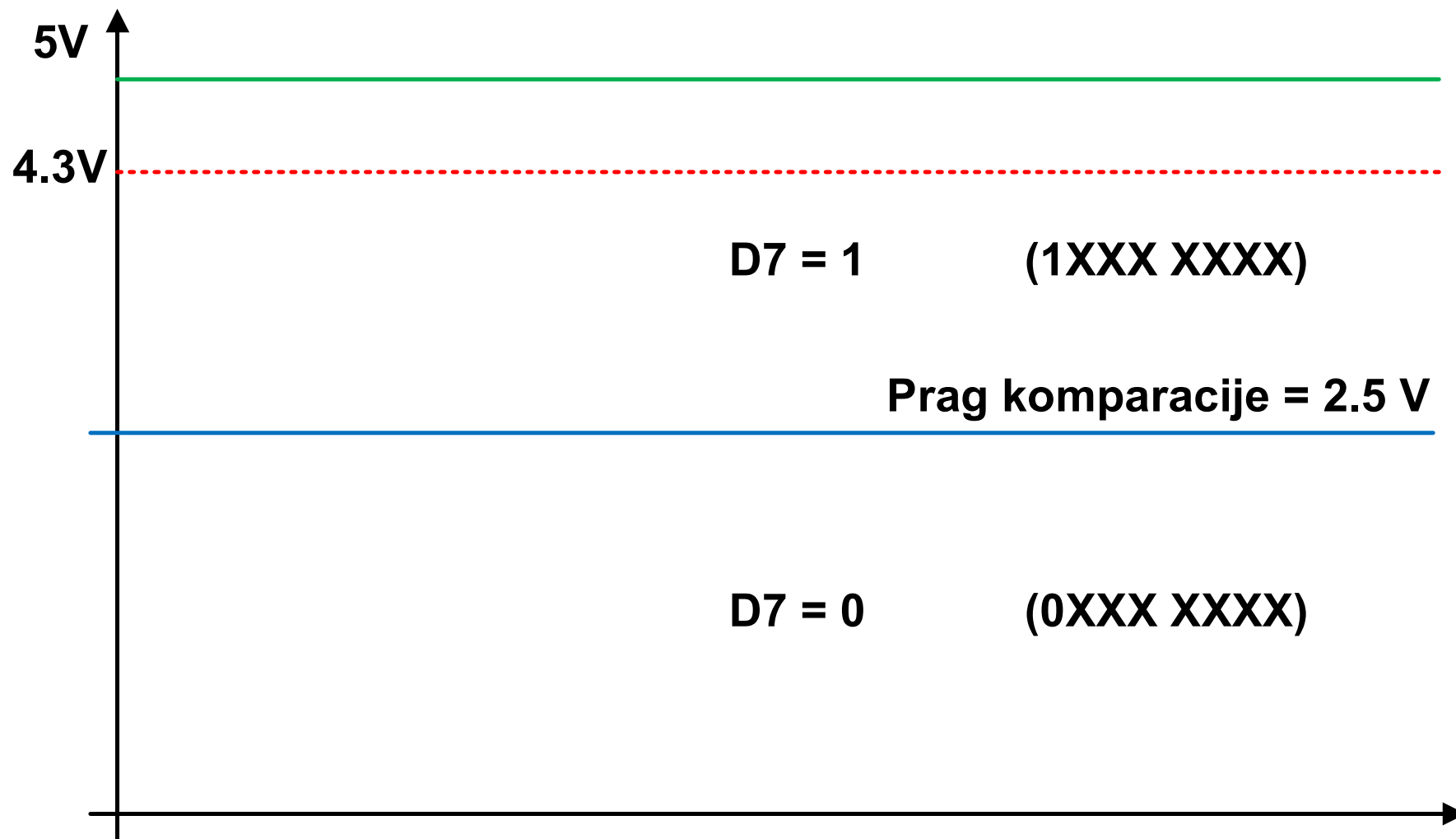
$$T_{ACQ} = 2\mu\text{s} + 0.61\mu\text{s} + 1.25\mu\text{s} = \mathbf{3.86\mu\text{s}}$$

ADC MODUL:16F887 – ADC SAR



ADC MODUL:16F887 – ADC SAR

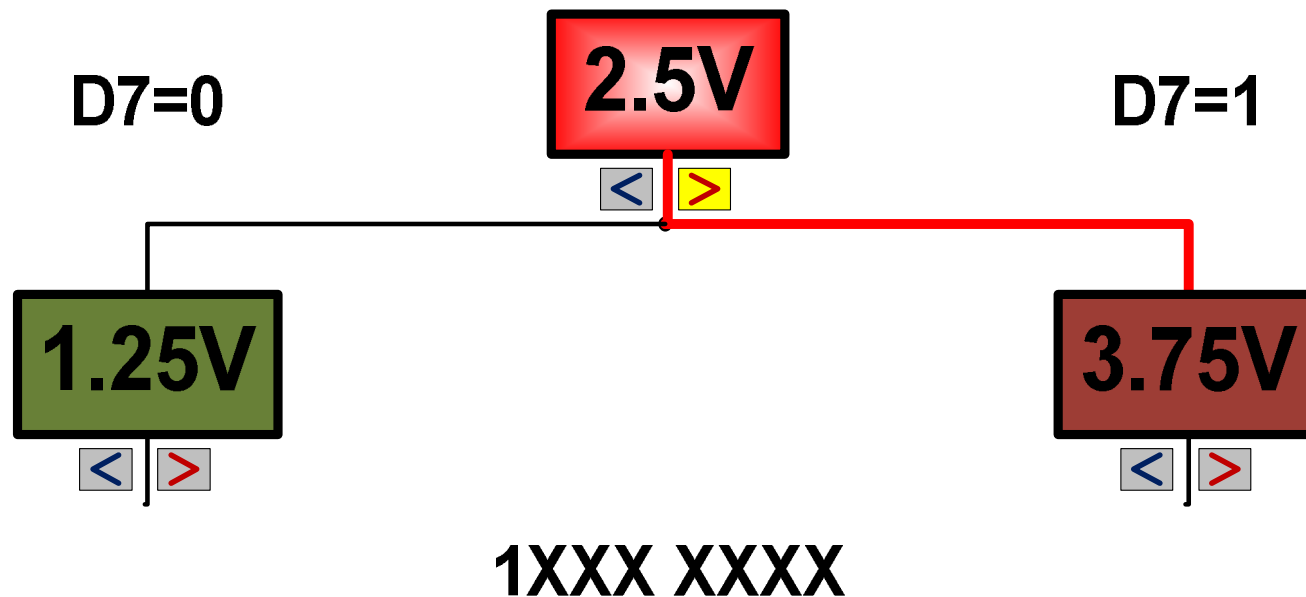
Primjer: Neka je analogni ulazni napon 4.3 V. Odrediti 8 – bitni broj na izlazu SAR ADC. Prvo poređenje za određivanje D7 bita



ADC MODUL:16F887 – ADC SAR

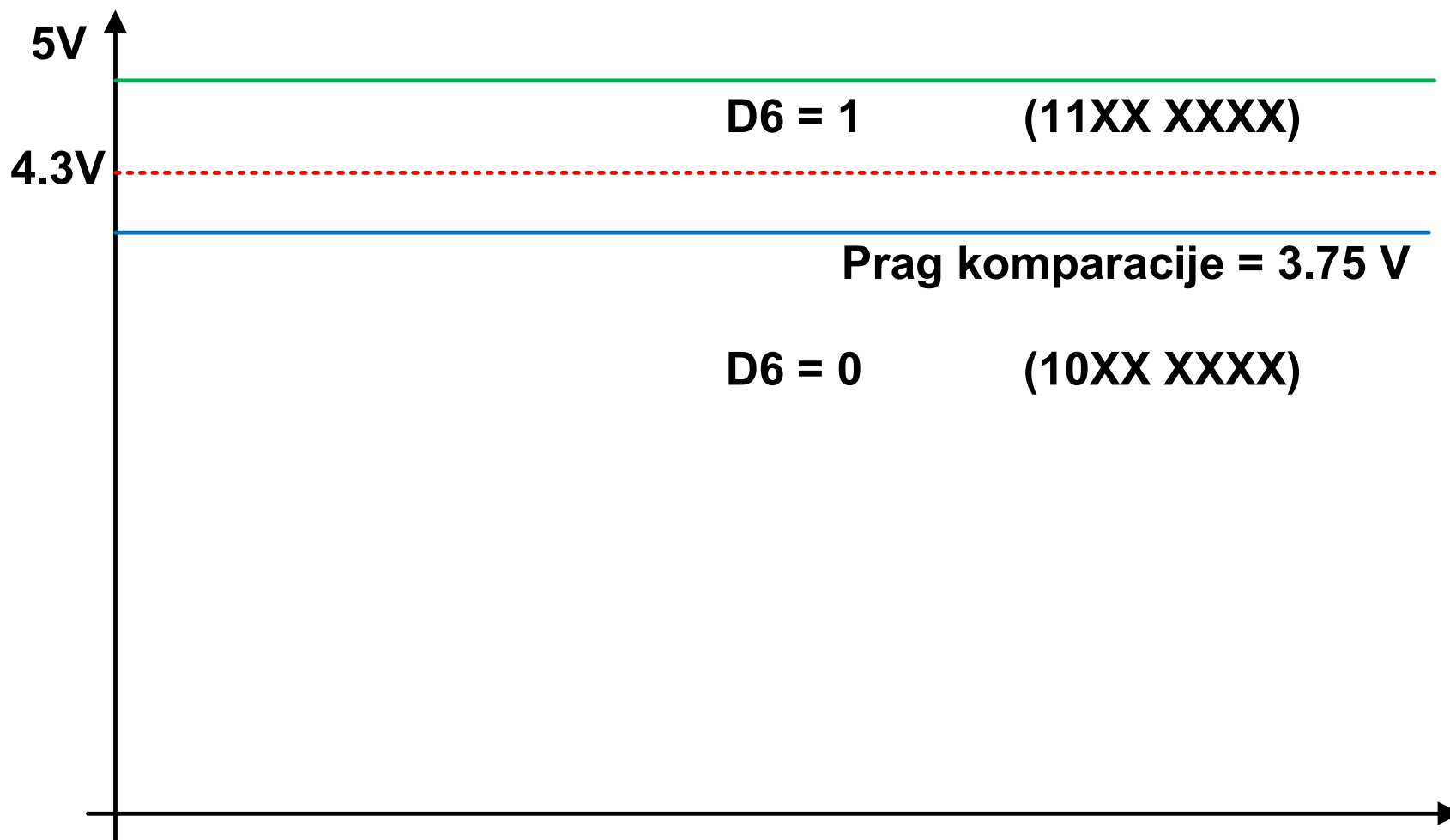
Primjer: Neka je analogni ulazni napon 4.3 V. Odrediti 8 – bitni broj na izlazu SAR ADC. Prvo poređenje za određivanje D7 bita

Analogni ulaz (4.3 V)



ADC MODUL:16F887 – ADC SAR

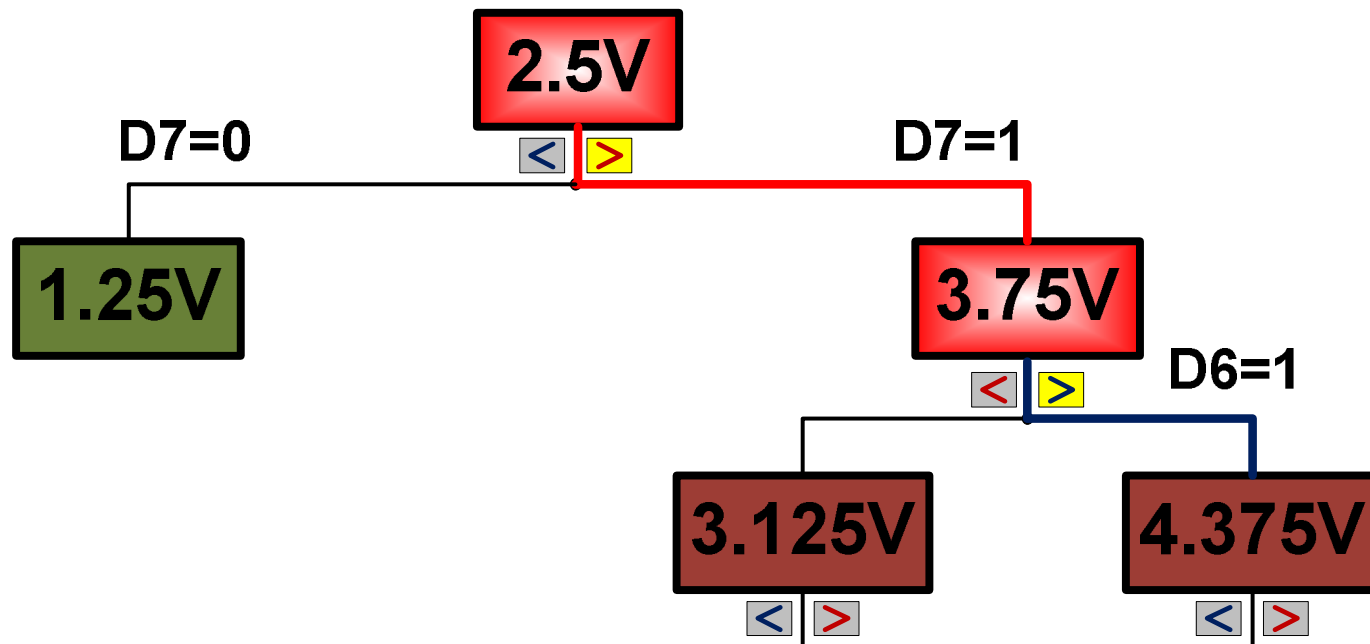
Primjer: Neka je analogni ulazni napon 4.3 V. Odrediti 8 – bitni broj na izlazu SAR ADC. Drugo poređenje za određivanje D6 bita



ADC MODUL:16F887 – ADC SAR

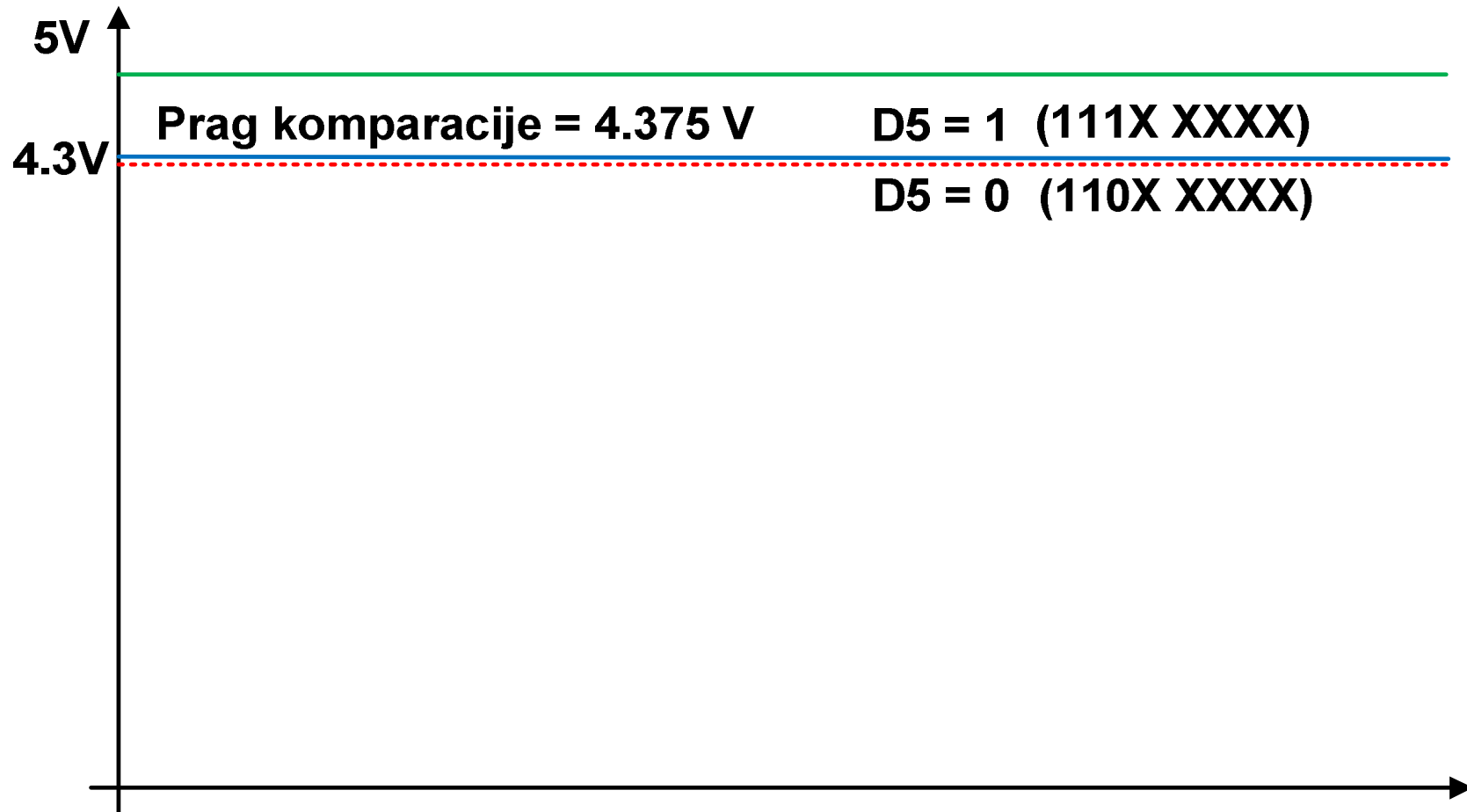
Primjer: Neka je analogni ulazni napon 4.3 V. Odrediti 8 – bitni broj na izlazu SAR ADC. Drugoo poređenje za određivanje D6 bita

Analogni ulaz (4.3 V)



ADC MODUL:16F887 – ADC SAR

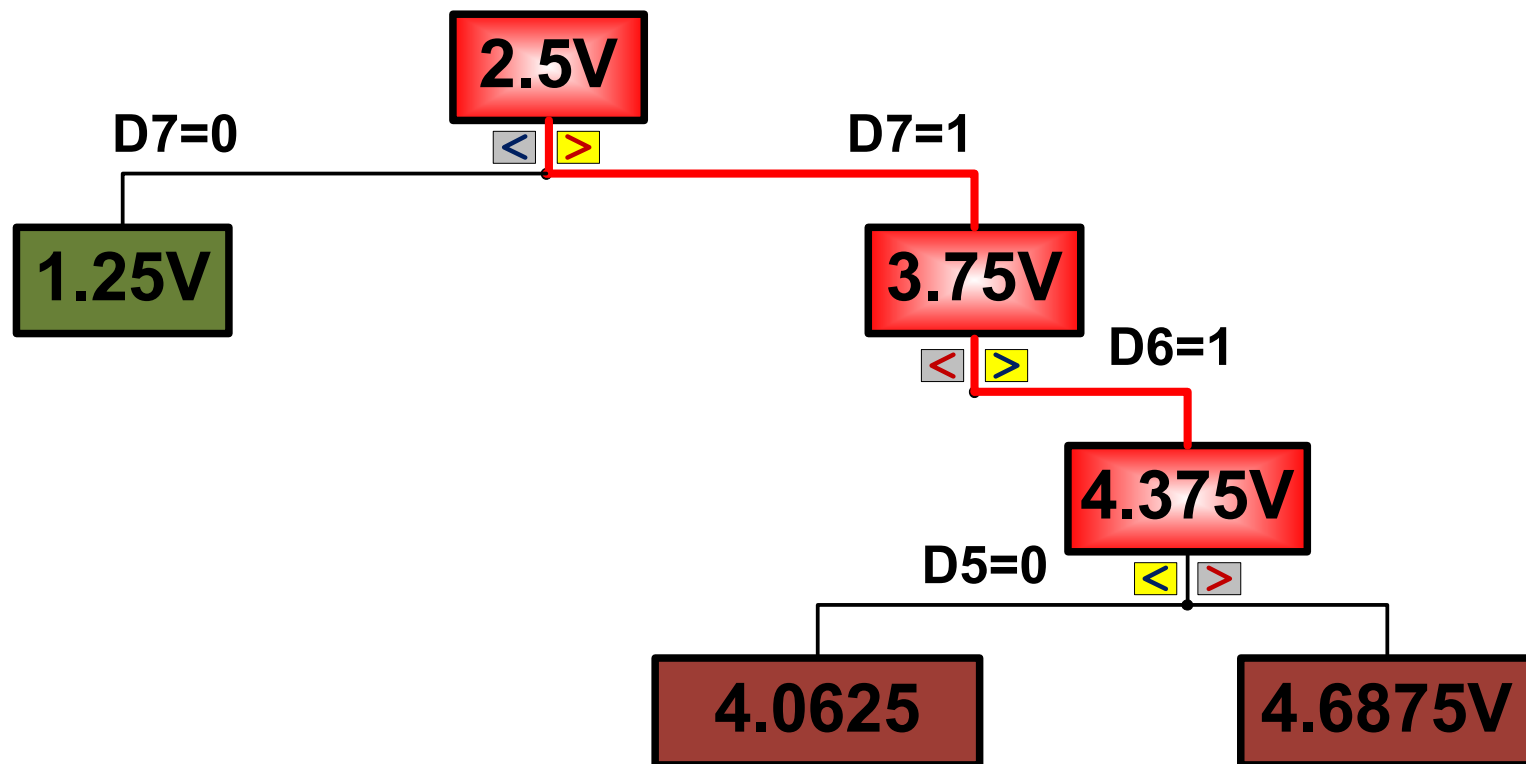
Primjer: Neka je analogni ulazni napon 4.3 V. Odrediti 8 – bitni broj na izlazu SAR ADC. Treće poređenje za određivanje D5 bita



ADC MODUL:16F887 – ADC SAR

Primjer: Neka je analogni ulazni napon 4.3 V. Odrediti 8 – bitni broj na izlazu SAR ADC. Treće poređenje za određivanje D5 bita

Analogni ulaz (4.3 V)



110X XXXX

ADC MODUL:16F887 – REZOLUCIJA KONVERZIJE

Primjer: Neka je opseg ulaznog napona: 0 – 5 V i neka se koristi 10-bitni SAR ADC. Odrediti rezoluciju ADC?

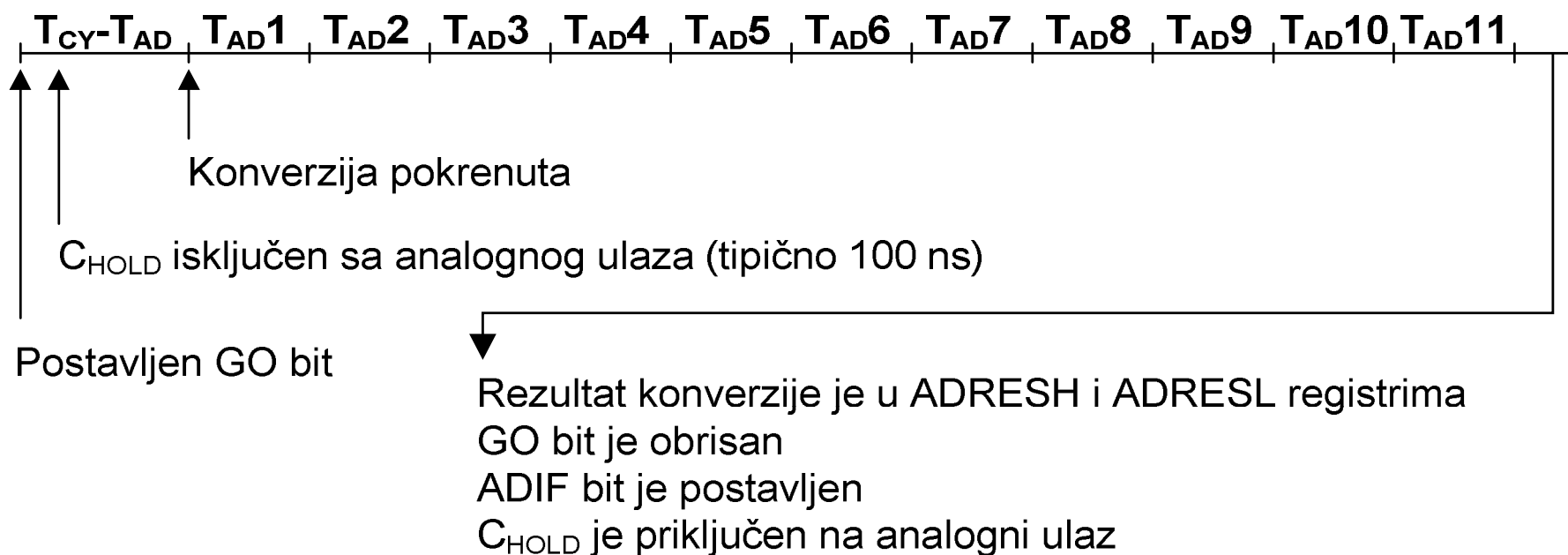
- Broj bitova za konverziju: 10 $\Rightarrow 2^{10} = 1024$ nivoa (= 1024 praga)
- Rezolucija = $5V/1024 = 0.0048828125$ V
- Pragovi komparacije: 0.0048828125 V
- 2×0.0048828125 V = 0.009765625 V
- 3×0.0048828125 V = 0.0146484375 V
- ...

Iz prethodnog primjera:

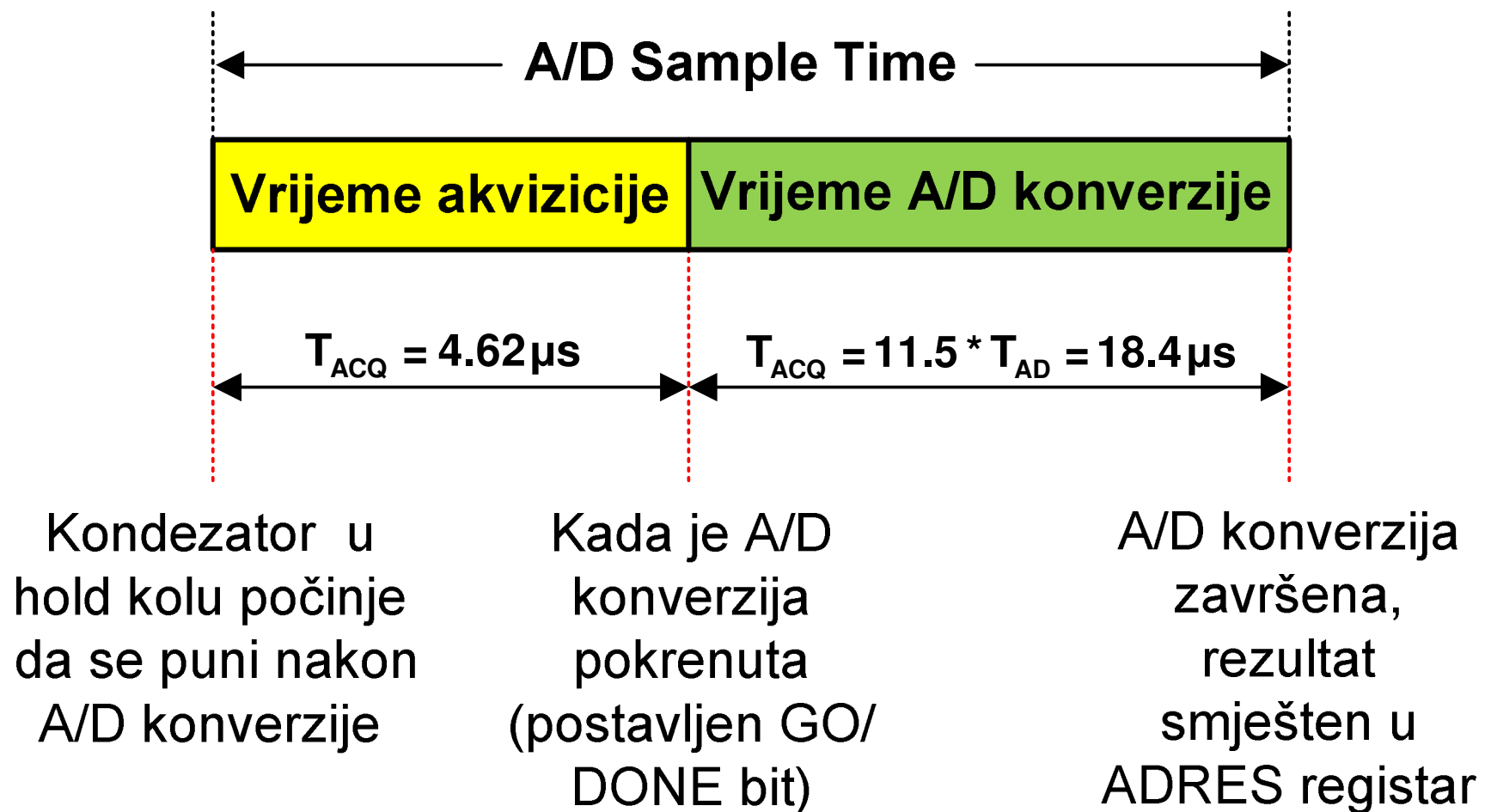
$$4.3V / \text{rezolucija} = 4.3V / 0.0048828125 = 880,64 = 11\ 0111\ 0000$$

ADC MODUL:16F887 – VRIJEME KONVERZIJE SAR ADC

- Vrijeme A/D konverzije potrebno za određivanje **jednog bita je T_{AD}**
- Za **10-to bitnu** A/D konverzija potrebno je **$11.5 T_{AD}$**
- Minimalno vrijeme za konverziju jednog bita je **$T_{AD} = 1.6 \mu s$**



ADC MODUL:16F887 – VREMENSKE SEKVENCE KONVERZIJE



Ukupno vrijeme konverzije: $T_{sample} \approx 38.12 \mu s$

ADC MODUL:16F887 – VRIJEME KONVERZIJE SAR ADC

- Izvor takta za A/D konverziju bira se softverski i moguće su sljedeće četiri opcije za T_{AD} :
 - $2 \cdot T_{OSC}$
 - $8 \cdot T_{OSC}$
 - $32 \cdot T_{OSC}$
 - Interni RC oscilator

AD izvor takta (T_{AD})		20 MHz	5 MHz	1.25 MHz	333.3 kHz
Izvor	ADCS1:ADCS0				
$2 \cdot T_{OSC}$	00	100 ns	400 ns	1.6 μs	6 μs
$8 \cdot T_{OSC}$	01	400 ns	1.6 μs	6.4 μs	24 μs
$32 \cdot T_{OSC}$	10	1.6 μs	6.4 μs	25.6 μs	96 μs
RC	11	2 – 6 μs	2 – 6 μs	2 – 6 μs	2 – 6 μs

ADC MODUL:16F887 – VRIJEME KONVERZIJE SAR ADC

AD izvor takta (T_{AD})		4 MHz	2 MHz	1.25 MHz	333.3 kHz
Izvor	ADCS1:ADCS0				
2*TOSC	00	500 ns	1.0 μ s	1.6 μ s	6 μ s
8*TOSC	01	2.0 μ s	4.0 μ s	6.4 μ s	24 μ s
32*TOSC	10	8.0 μ s	16 μ s	25.6 μ s	96 μ s
RC	11	3 – 9 μ s	3 – 9 μ s	3 – 9 μ s	3 – 9 μ s