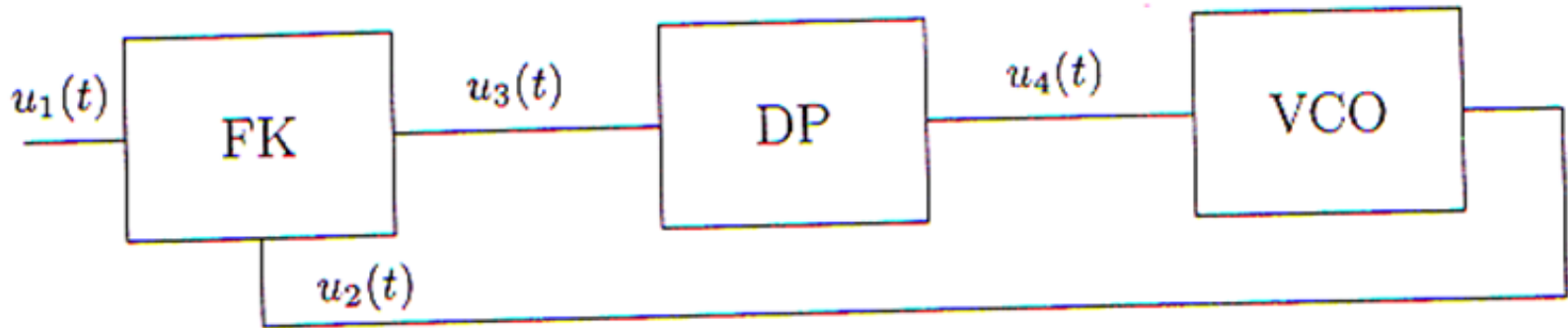


Fázové závěsy

PLL Phase Locked Loop

Začala se rozvíjet ve čtyřicátých letech

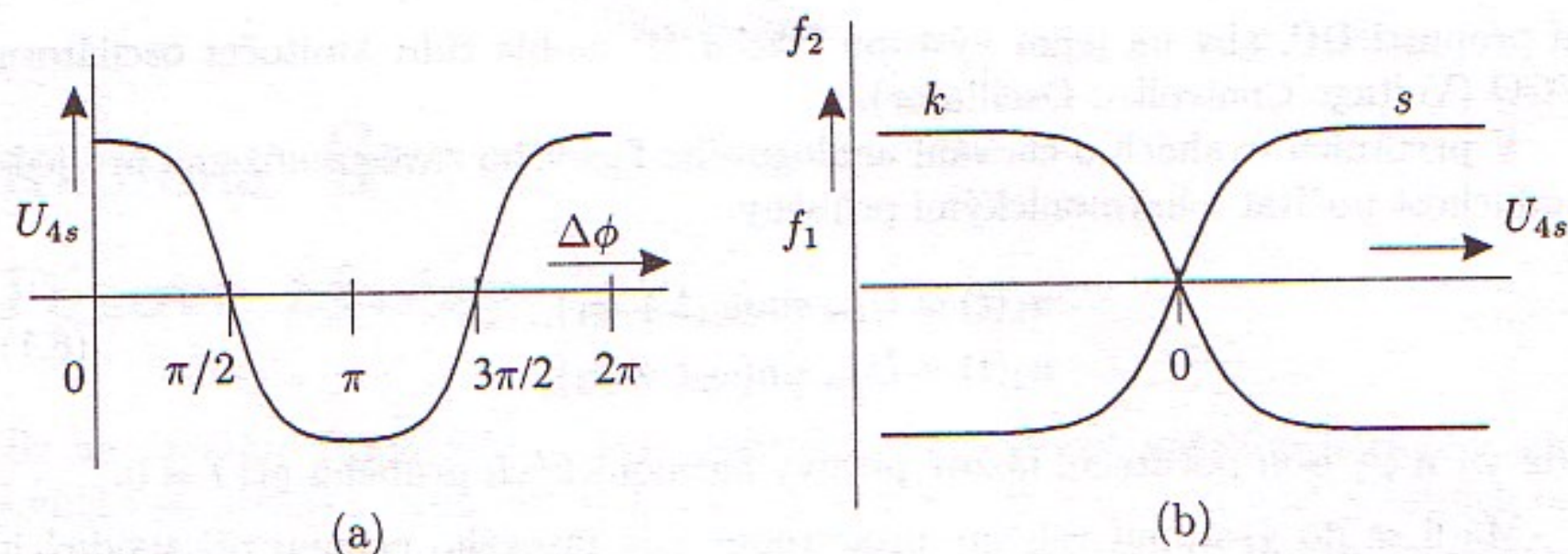


Bloková struktura fázových závěsů

FK- fázový komparátor

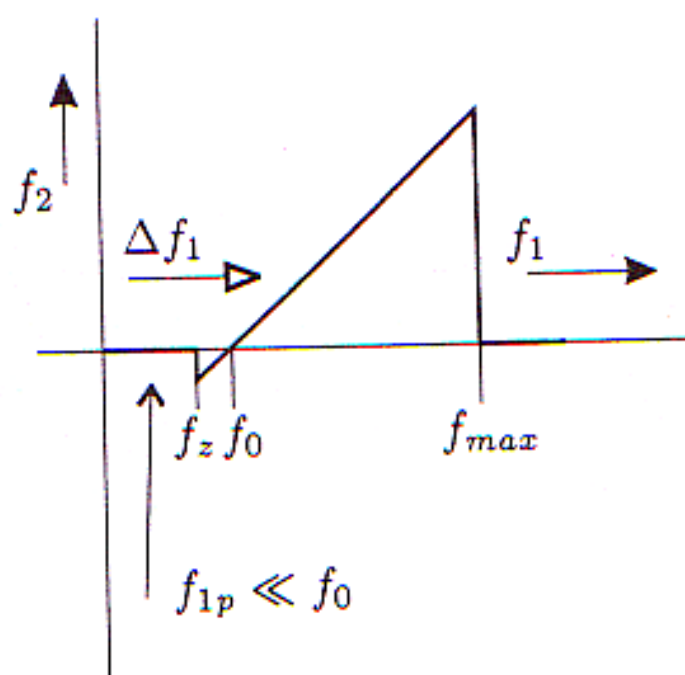
DP- dolnofrekvenční propust

VCO - napětím laděný oscilátor

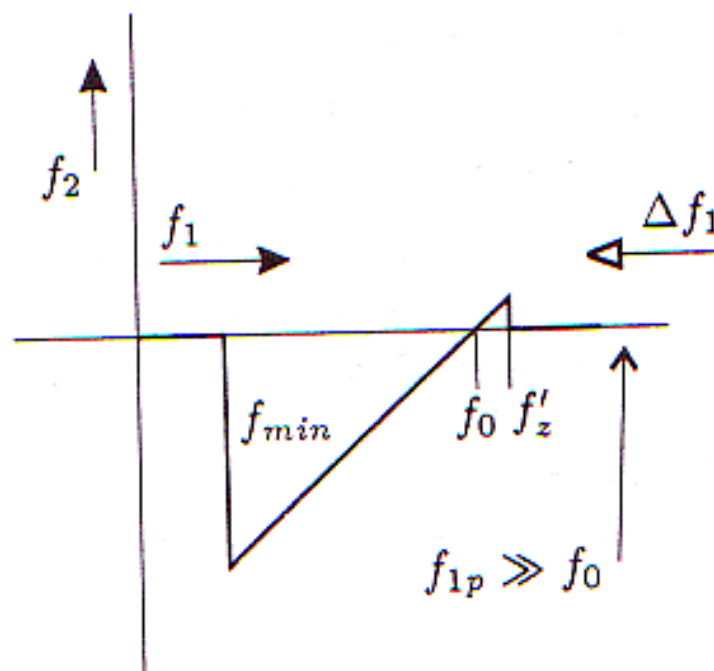


Statické převodní charakteristiky (a) fázového komparátoru, (b) napětím řízeného oscilátoru

Jestliže podle obr. (a) v okolí $\pi/2$ při vzrůstu ω_1 napětí U_{4s} klesá, musí jeho pokles na statické charakteristice oscilátoru na obr. (b) vyvolávat nárůst ω_2 . Tomuto požadavku bude vyhovovat oscilátor s průběhem k podle obr. (b).

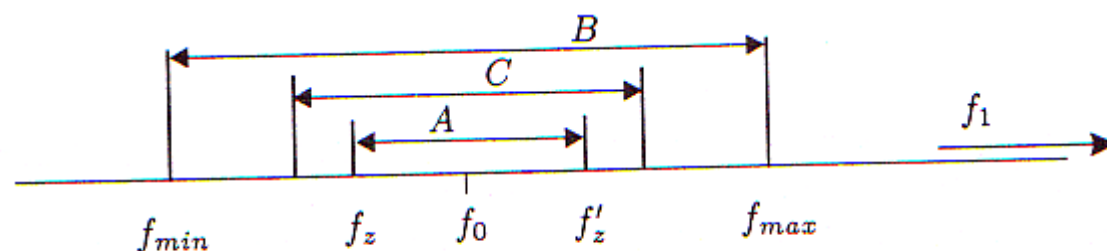


(a)



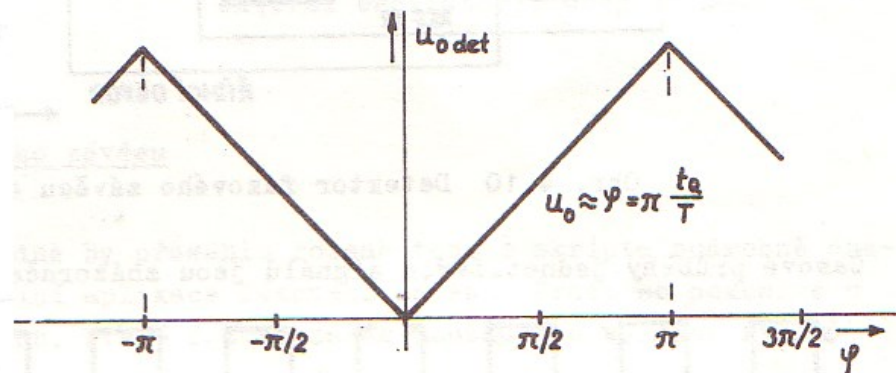
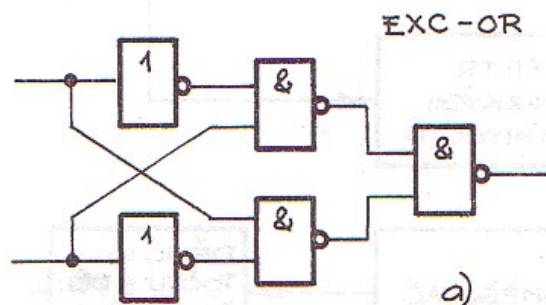
(b)

Závislost výstupního kmitočtu na vstupním pro přibližování f_1 (a) zdola, (b) shora

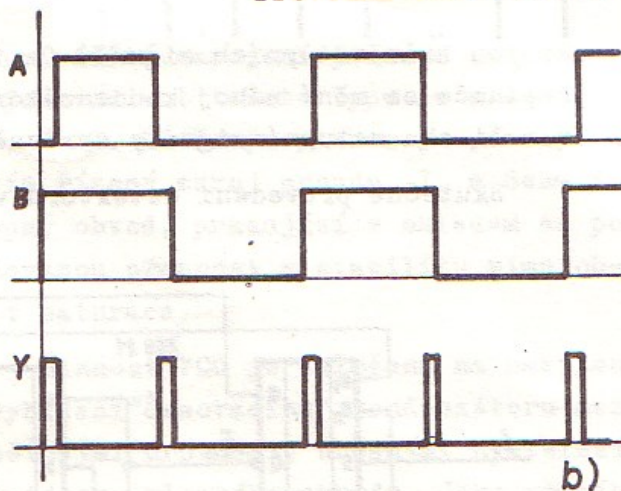
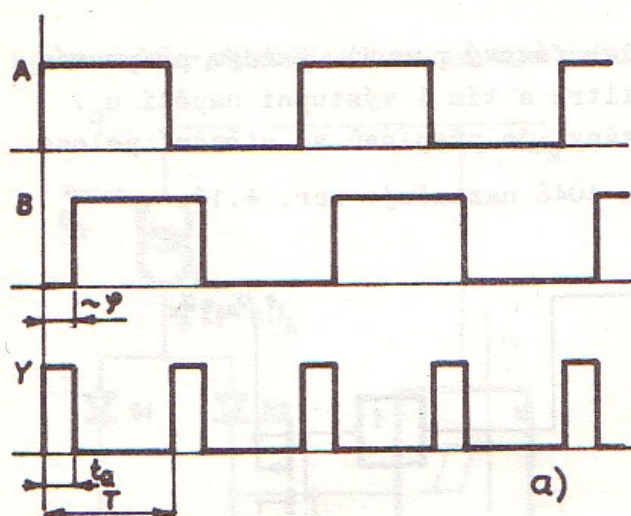


Vymezení rozsahu zachycení a zavěšení PLL

Fázové detektory-fázové komparátory



Převodní charakteristika detektoru



Pro analogové fázové závěsy a pro kmitočty větší než 1 MHz se používá FD čtyřkvadrantová násobička

Pro digitální FD s obdelníkovým signálem lze použít obvod EX-OR zhotovené technologií CMOS

Nevýhoda je, že výstupní kmitočet za FD má frekvenci dvakrát větší než frekvence vstupních signálů.

Dolní propust jí neodfiltruje úplně a to vadí v některých aplikacích např. při násobení kmitočtu (parazitní kmitočtová modulace výstupního napětí oscilátoru)

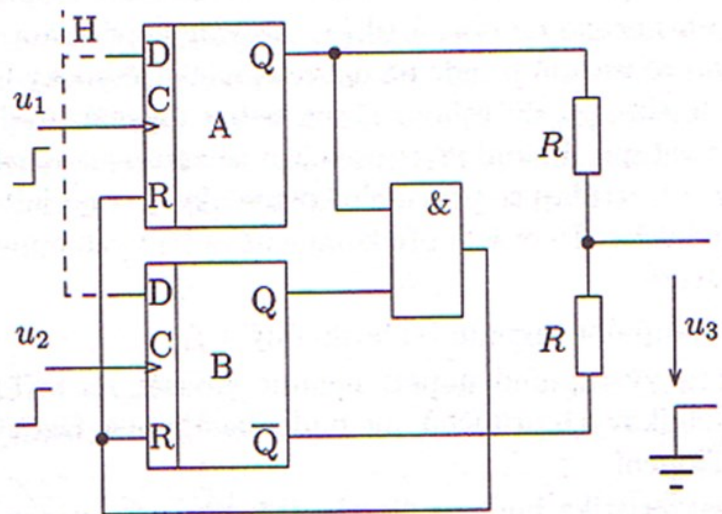
Další nevýhoda: střída obou porovnávaných signálů musí být 0.5 jinak dojde ke snížení dynamického rozsahu FD a celého kmitočtového rozsahu PLL a také ke vzniku falešných signálů pokud mají vstupní signály různou střidu.

Výhodou těchto číslicových FD oproti analogovým je lineární charakteristika.

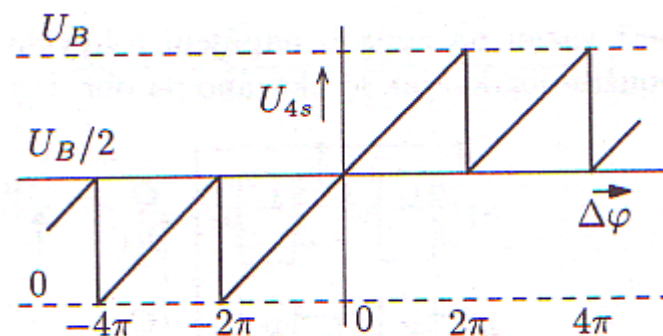
Fázově - frekvenční komparatory

Používají klopné obvody typu D řízené náběžnou hranou hodinového signálu

Výhoda: frekvence výstupního signálu detektoru je stejná jako frekvence vstupních signálů- lépe se filtruje



Zapojení fázově-frekvenčního komparátoru



výsledná převodní charakteristika komparátoru



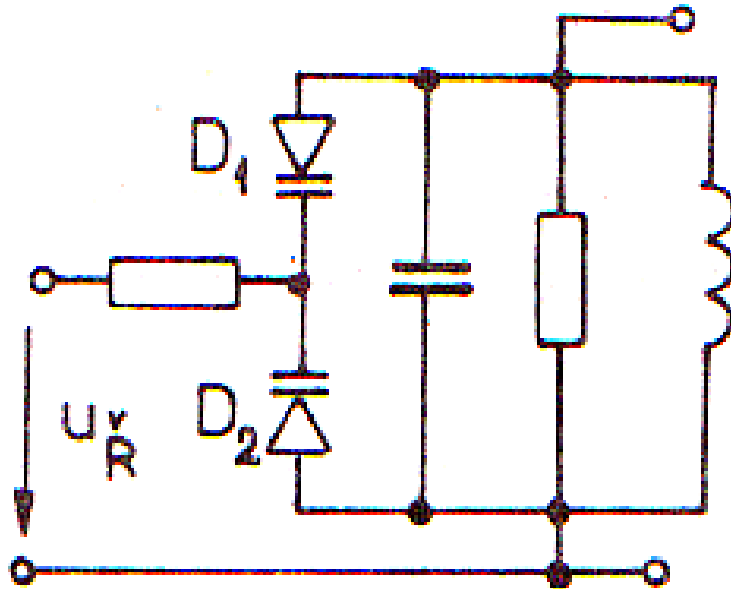
(a)

(b)

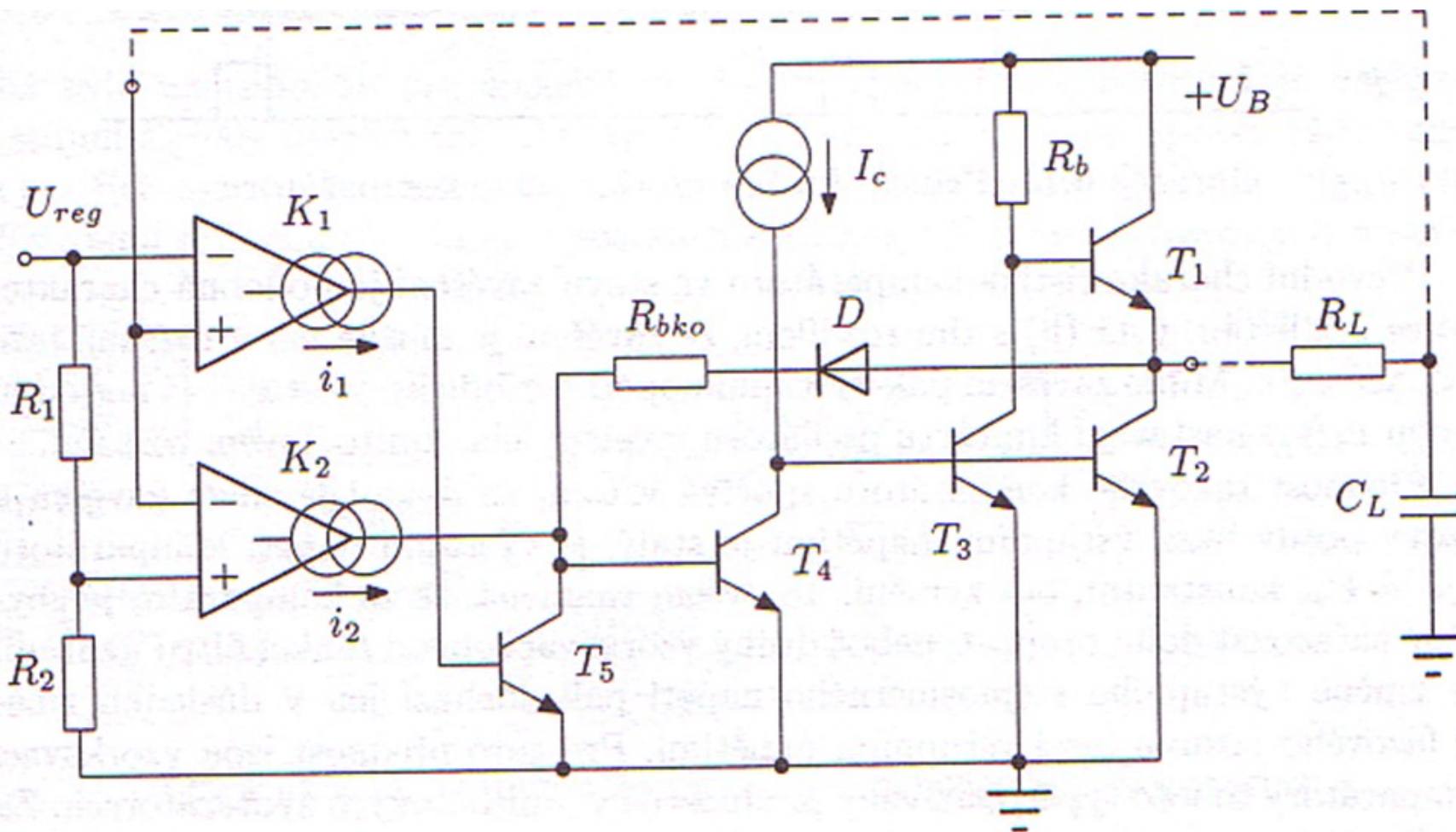
Typické časové průběhy ve fázově-frekvenčním komparátoru

VCO napětím řízené oscilátory
Snaha, aby měl co nejvíc lineární průběh

použití varikapu $\Rightarrow$ není průběh $f(u)$ lineární

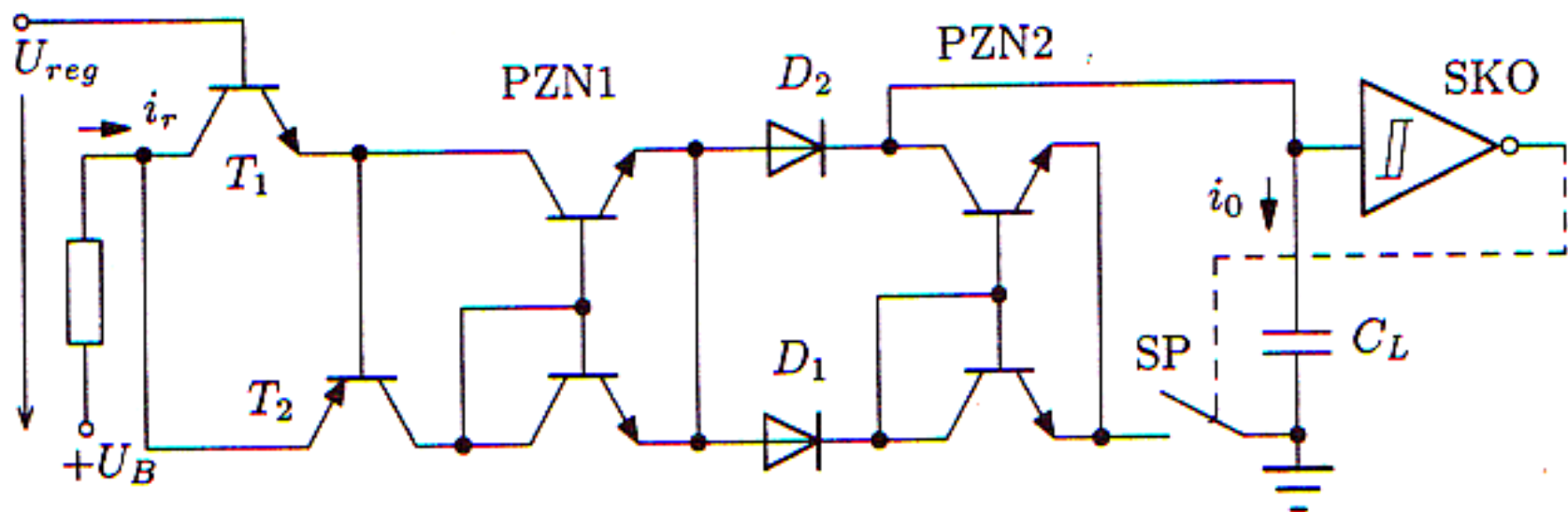


Kmitočet je řízen úrovněmi prahovým napětím komparátorů
(pracuje podobně jako obvody s časovačem)



Princip VCO a řízení prahových úrovní překlápění

VCO s proudovými zrcadly



Princip VCO a řízením nabíjecího proudu

Aplikace PLL

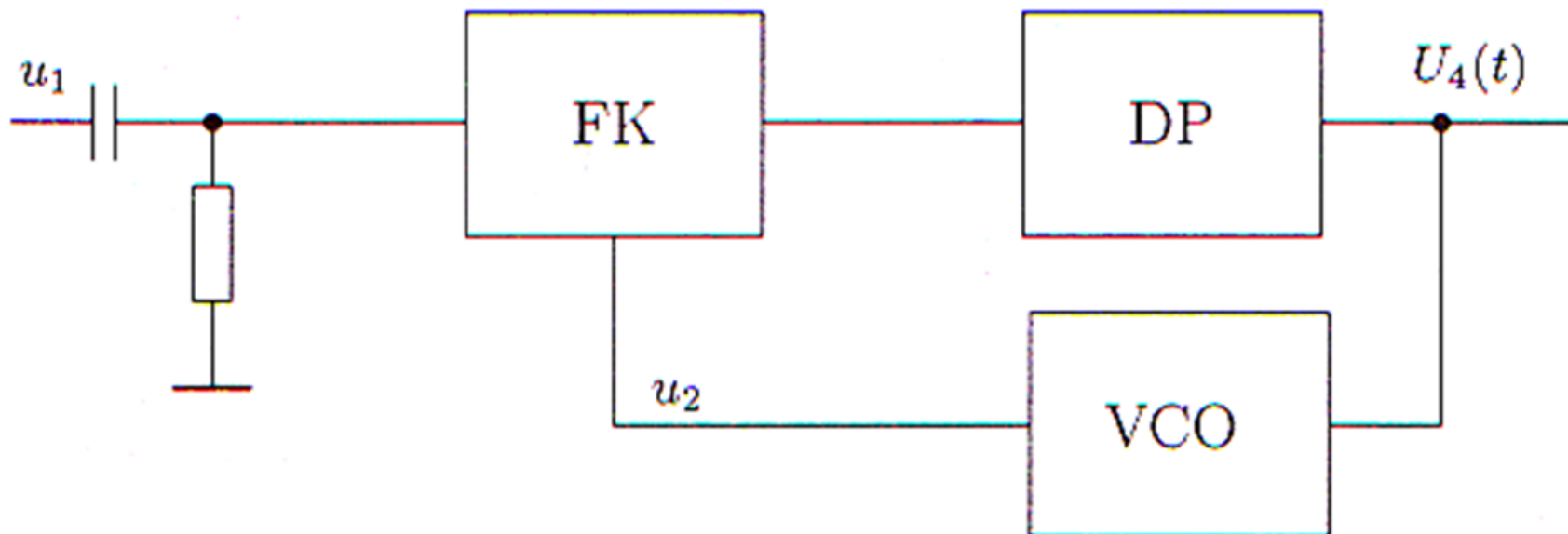
PLL je odolný vůči rušení hlavně vůči náhodným signálům
Nebo frekvencím mimo oblast zavěšení, PLL se zavěsí na
signál s větší amplitudou pokud se vyskytnou na vstupu
signály s blízkou frekvencí

Hlavní aplikace

- demodulace FM signálu
- demodulace AM synchronní
- kmitočtová syntéza

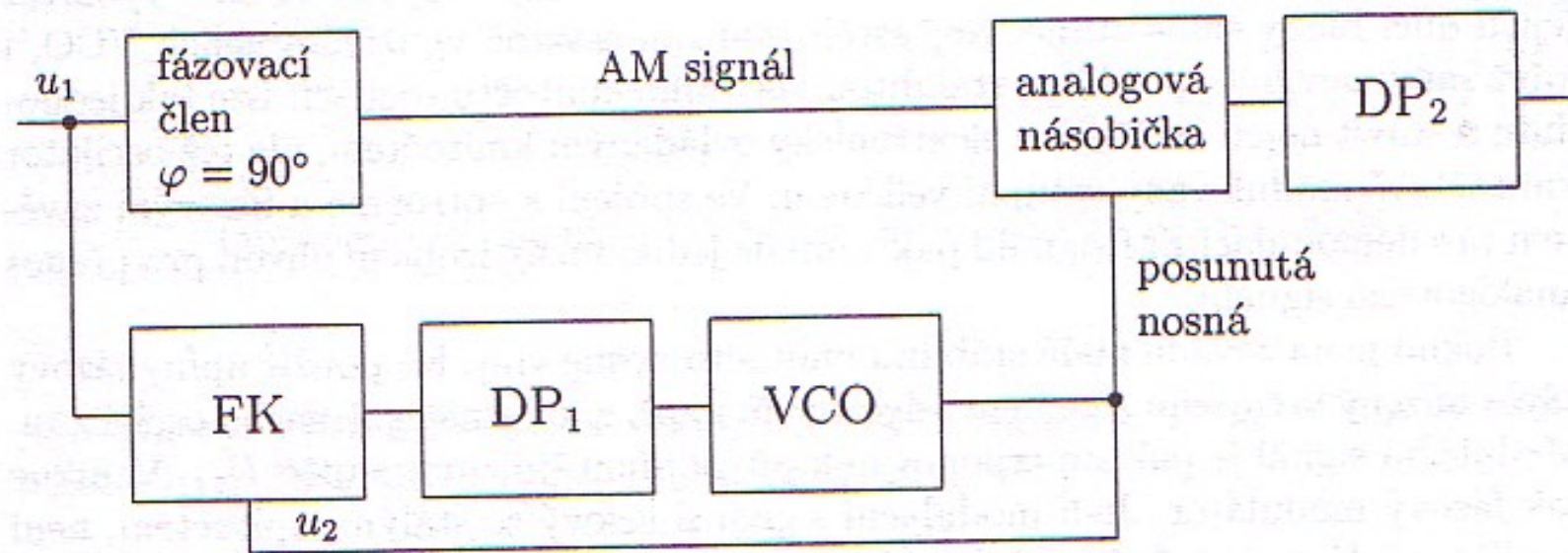
Aplikace PLL

Demodulace FM



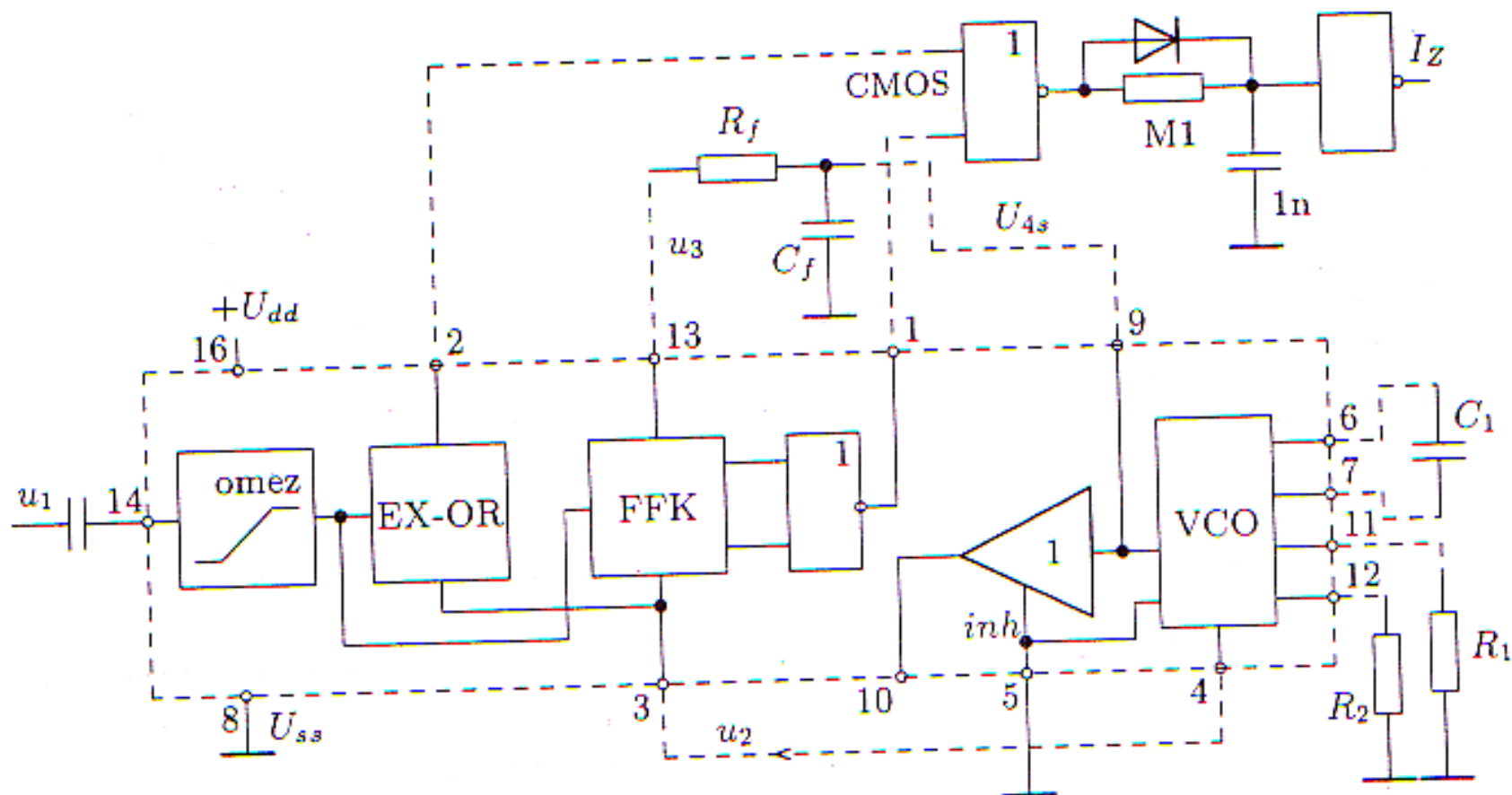
Struktura demodulátoru FM signálu

Demodulace AM signálu



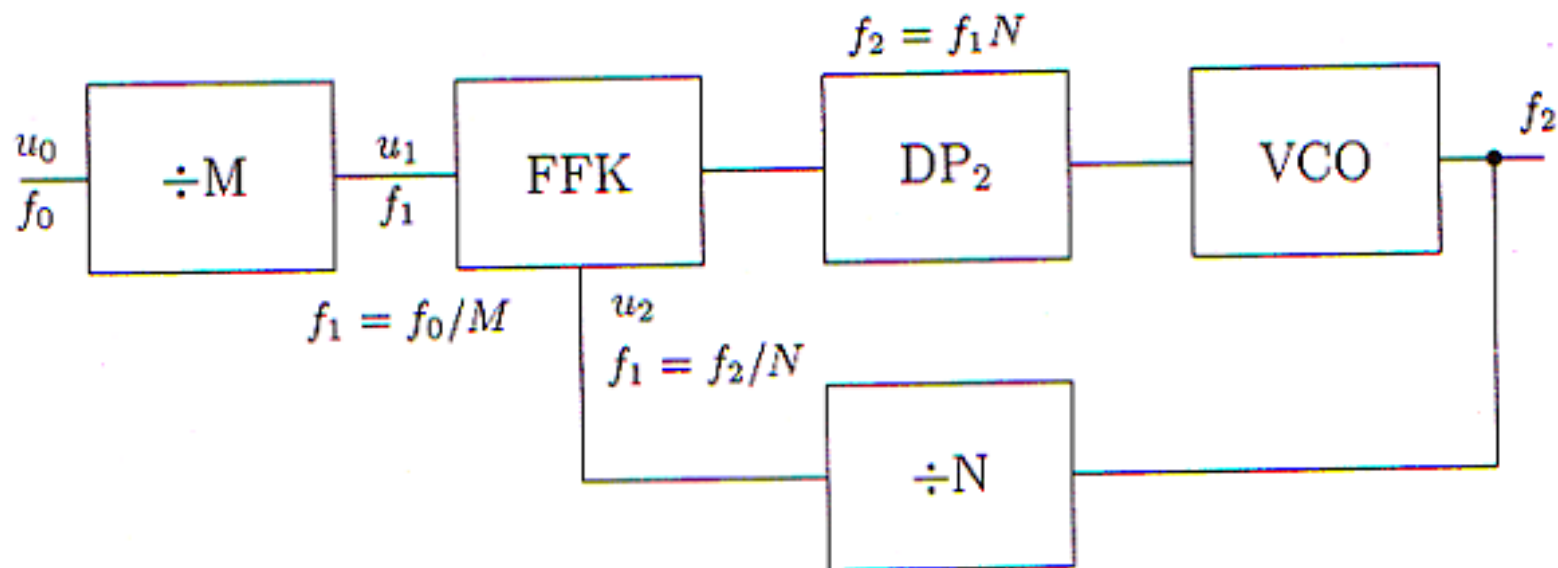
Struktura demodulátoru AM signálu

Někdy se pracuje místo s harmonickými signály v PLL s obdélníkovými, funkce PLL se nezmění



Struktura a běžné připojení PLL CMOS 4046

Kmitočtová syntéza



Struktura syntetizéru kmitočtu s násobičem

$$f_2 = f_0 N / M$$

Literatura

J. Vrba, Úvod do mikrovlnné techniky, skripta ČVUT 2003

P. Neumann, J. Uhlíř, Elektronické obvody a funkční bloky 1, skriptum ČVUT (2005)

P. Neumann, J. Uhlíř, Elektronické obvody a funkční bloky 2 skriptum ČVUT (2001)

P. Horowitz, W. Hill, The art of Electronics, Third edition, Cambridge University Press, 1980, 1989, 2015.

Donald A. Neamen, Microelectronics Circuit Analysis and Design, Published by McGraw-Hill (2010).

Richard C. Jaeger, Travis N. Blalock, Microelectronic circuit design, 2011 by The McGraw-Hill Companies, Inc.