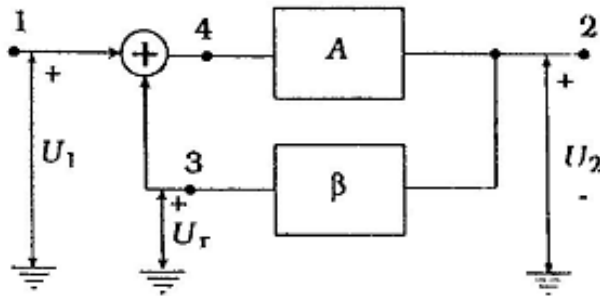


1. ПОЗИТИВНА ПОВРАТНА СПРЕГА. БАРКХАУЗЕНОВ УСЛОВ ОСЦИЛОВАЊА

Видели смо да постоје две основне врсте повратне спреге: негативна и позитивна. Позитивна повратна спрега се обично употребљава за формирање електронских кола, која претварају једносмерну енергију у наизменичну, односно производе наизменични напон. Ова кола се називају осцилатори.



Сл. 8.1.1. Појачавач са позитивном повратном спрегом

Добије напон од 1 V. Овако враћен напон се опет појачава појачавачем на чијем се излазу опет добије напон 10 V итд. Види се да за добијање напона од 10 V на излазу појачавача уопште није потребан улазни напон U_1 (осим на почетку), уколико је појачање појачавача једнако слабљењу кола повратне спреге и уколико је враћени напон у фази са напонем, који је претходно био на улазу појачавача (у тачки 4). Очигледно је да је за осциловање појачавача потребан још један услов: да појачање појачавача A и слабљење кола повратне спреге β морају да имају укупан фазни померај 0° , 360° , 720° итд. Из наведене анализе следи још једна важан закључак: осцилатор је појачавач који сам себе побуђује. Често се поставља питање како осцилатор почиње да осцилује. У електричним колима увек има малих варијација напона, затим напон шума, промене напона у тренутку укључивања уређаја итд., што изазива неку малу промену напона у тачки 4 на сл. 8.1.1. Ова мала промена напона се појачава појачавачем, затим се враћа на његов улаз преко кола повратне спреге, поново појачава итд. Обично је појачање појачавача нешто веће од слабљења кола повратне спреге, па напон поремећаја расте док не достигне максималну вредност и почне да се изобличује због засићења појачавача. У том тренутку обично почињу да делују елементи за смањење

Принцип рада осцилатора може да се види из следећег примера. Нека је на улазу појачавача (тачка 4 на сл. 8.1.1.) доведен наизменични напон од 1 V. Нека је појачање појачавача $A = 10$. На излазу појачавача ће се добити напон 10 V. Овај напон (10 V) се преко кола повратне спреге β враћа на улаз појачавача ослабљен 10 пута ($\beta = 1/10$) па се

изобличења добијеног напона, односно за аутоматску регулацију појачања, што ће се детаљно објаснити код RC осцилатора.

Услови осциловања у математичком облику видеће се из следећег излагања.

На улаз 1 кола на сл. 8.1.1 доводи се напон U_1 , који се алгебарски сабира са напоном U_r и њихов збир ($U_1 + U_r$) се води на улаз појачавача. Видели смо у поглављу 4.7 да појачање појачавача са повратном спрегом износи:

$$A_r = \frac{U_2}{U_1} = \frac{A}{1 - \beta \cdot A} \quad 8.1.1.$$

Из једначине 10.1.1 се види да је појачање појачавача са позитивном повратном спрегом A по апсолутној вредности веће него без ње, ако је израз $\beta \cdot A$ позитиван и ако се његова вредност налази између 0 и 2. Тада је именилац у изразу 8.1.1. мањи од јединице.

Ако је $\beta \cdot A = 1$, појачање са позитивном повратном спрегом, према једначини 8.1.1. постаје бесконачно велико, јер је $1 - \beta \cdot A = 0$ и $A_r = A/0 = \infty$. Израз $\beta \cdot A = 1$ може да се напише у облику $A = 1/\beta$, односно да је појачање појачавача A једнако слабљењу кола повратне спреге $1/\beta$.

Остаје још да видимо шта у ствари значи бесконачно велико појачање. Сигнал, враћен преко кола повратне спреге довољан је да поново побуди појачавач. То значи да се на улаз оваког појачавача може довести бесконачно ниски улазни напон, па да се на његовом излазу добије напон који се нормално сусреће у електронским колима (на пример 1 V).

Појачање појачавача A и преносни однос кола повратне спреге β могу бити комплексне величине јер могу садржати калемове и кондензаторе. Да би израз $\beta \cdot A$ био једнак јединици, значи да је његова апсолутна вредност једнака јединици, тј. да нема имагинарних чланова. То значи да појачање A и коефицијент повратне спреге β могу појединачно да буду комплексни, али њихов производ $\beta \cdot A$ мора бити реалан. Тада овакав појачавач постаје осцилатор.

Осцилатори дају у принципу променљив напон; за нас је најинтересантији случај када се добије синусни напон (или што сличнији синусном) и да им се учестаност може контролисати.

Појачавач може да има неки фазни померај. Обично га и има јер се појачавач често изводи само помоћу једног појачавачког степена са фетом или са биполарним транзистором. Може такође да се употреби вишестепени појачавач. Ако се употреби само један појачавачки степен са заједничким емитором, улазни и излазни напон су у противфази, односно фаза им се разликује за 180° . Да би се добио укупан фазни померај од 0° или 360° , коло повратне спреге мора да има фазни померај -180° или $+180^\circ$. Фазни померај у колу повратне спреге се обично постиже комбиновањем пасивних елемената (отпорника, калемова и кондензатора). Њихова комбинација у колу повратне спреге даје укупан фазни померај 0° , 360° итд., али само на једној учестаности и то је учестаност на којој осцилатор ради (осцилује).

Из наведеног излагања се види да за осциловање осцилатора треба да буде задовољен услов:

$$\beta \cdot A = 1 \quad 8.1.2.$$

Овај услов се назива Баркхаузенов услов осциловања. Овде је $|\beta A| = 1$, а фаза је $0^\circ, 360^\circ, 720^\circ$, итд.

У пракси је тешко постићи да појачање појачавача буде тачно једнако слабљењу кола повратне спреге. Обично је појачање веће, па синусни напон расте до zasiћења појачавача и тада је изобличен. Ако је појачање мање, осцилације (уколико их је уопште и било) постепено слабе и престају. Због тога се често у осцилаторе уграђују посебна кола за стабилизацију амплитуде осциловања.

ПИТАЊА ЗА ПОНАВЉАЊЕ

1. *Како се добије позитивна повратна спрега?*
2. *Како ради осцилатор?*
3. *Како гласи Баркхаузенов услов осциловања?*
4. *Када се добије бесконачно велико појачање и шта то значи у физичком смислу?*
5. *Колико треба да буде појачање појачавача у односу на слабљење кола повратне спреге и колики треба да буде укупан фазни померај?*
6. *Због чега је напон на излазу појачавача обично изобличен?*