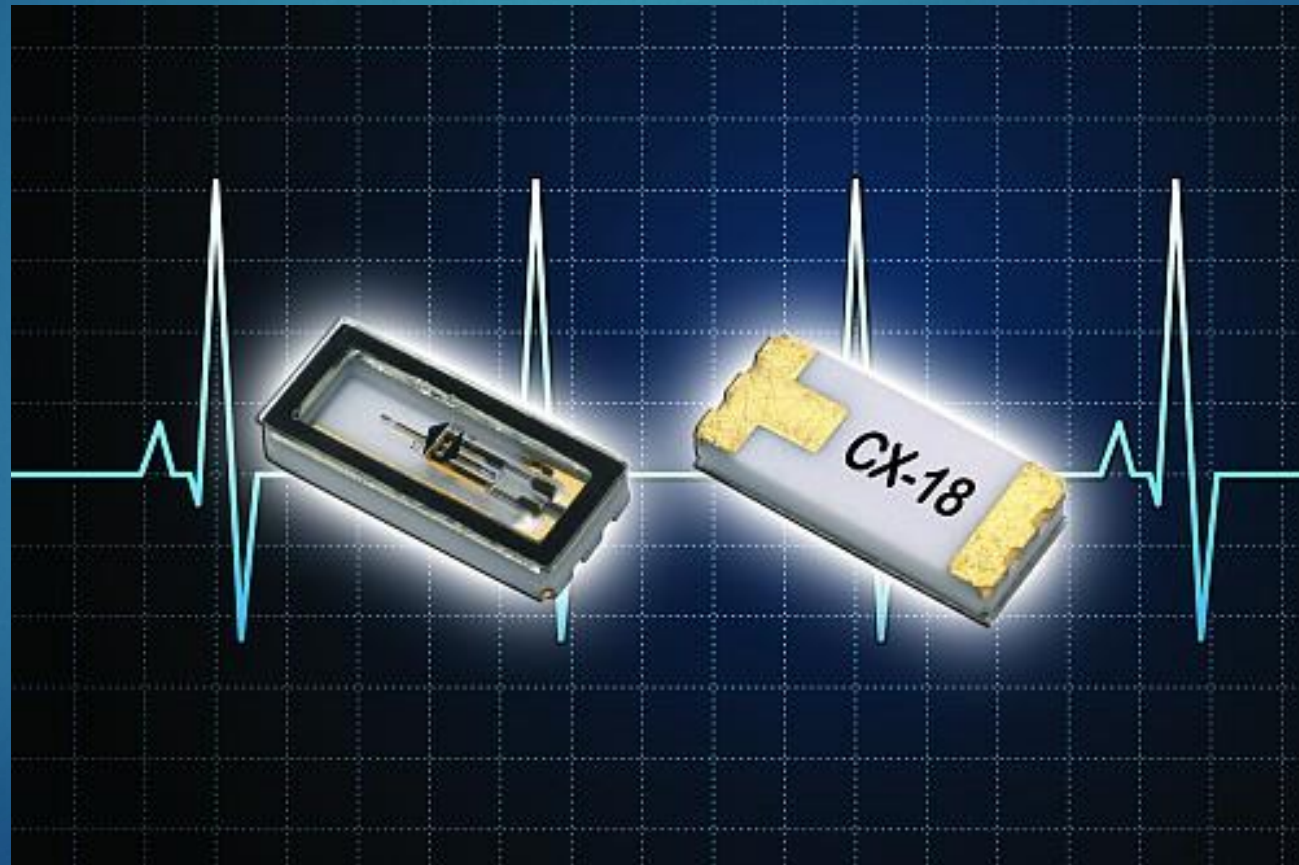


# ЧАС 27

## ОСЦИЛАТОРИ СА КВАРЦОМ



# КРИСТАЛНИ ОСЦИЛАТОР

- ▶ Кристални осцилатор је осцилатор који користи механичку резонанцу вибрирајућег кристала пиезоелектричног материјала да створи електрични сигнал са врло прецизном фреквенцијом.
- ▶ Ова фреквенција се обично користи за праћење времена (као у кварцним ручним сатовима), да обезбеди стабилан сигнал сата за дигитална интегрисана кола, као и да стабилизује фреквенције за радио предајнике и пријемнике.
- ▶ Кварцни кристали се производе за фреквенције од неколико десетина килохерца до неколико десетина мегахерца.
- ▶ Годишње се произведе више од две милијарде кристала.

# ПИЕЗОЕЛЕКТРИЧНИ ЕФЕКАТ

- ▶ Пиезоелектрични ефект су открили Жак и Пјер Кири 1880.
- ▶ Паул Лангевин први је испитао кварцне резонаторе за употребу у сонарима током Првог светског рата.
- ▶ До 1926. кварцни кристали су кориштени за контролу фреквенције радиодифузних станица и били су популарни код аматерских радио оператора.
- ▶ Ворен Марисон је 1928. развио први кварцни сат.
- ▶ Овај изум је заменио запињачу и клатно, ослањајући се уместо тога на природне вибрације које настају у кварцном кристалу као осцилатору.
- ▶ Ово је унапредило тачност мерења времена до грешке од 1 секунде у 30 година.
- ▶ Током Другог светског рата кристали су прављени од природног кварцног кристала и користили су се за прецизну контролу фреквенције војних и поморских радија и радара.



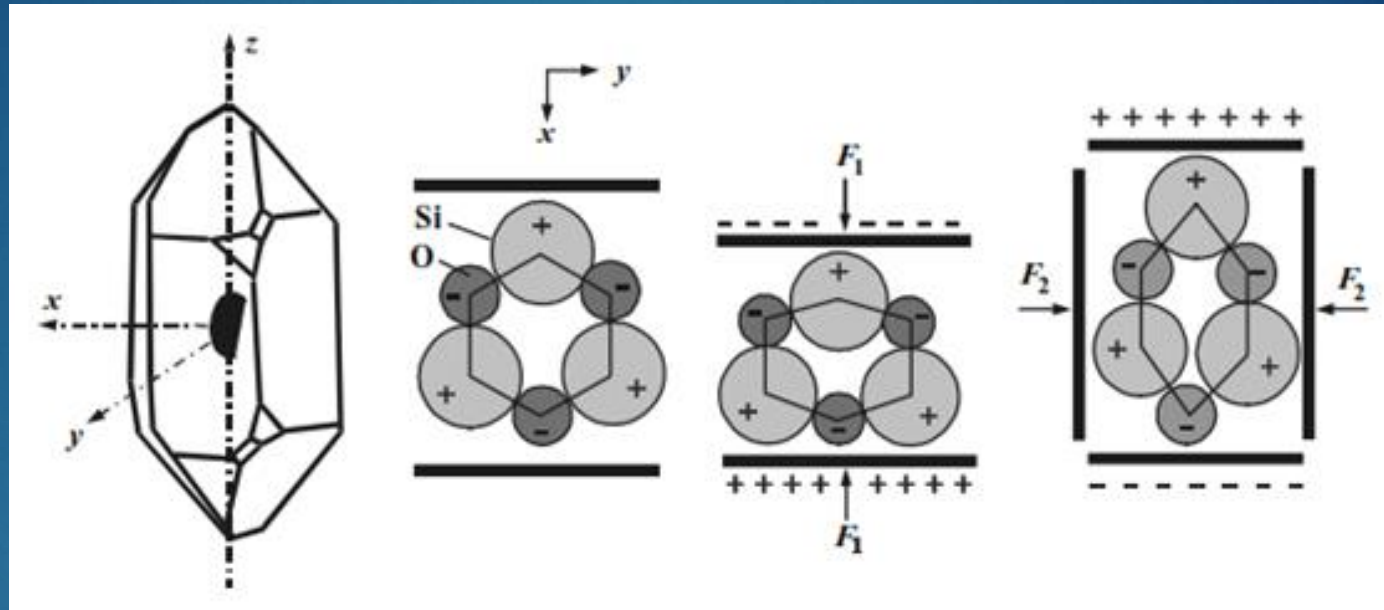
# ПИЕЗОЕЛЕКТРИЧНИ ЕФЕКАТ

- ▶ Пиезоелектрични материјали поседују корисну комбинацију електричних и механичких особина: под притиском се електрично поларизују, а обрнуто, под дејством електричног поља се деформишу.
- ▶ Код ових материјала постоји узајамна двострана веза између њихових електричних и механичких особина.
- ▶ При деловању силе на ове материјале као последица њихове деформације јавља се напон на електродама што представља директни пиезоелектрични ефекат.

# КРИСТАЛ КВАРЦА

- ▶ Кварц је најстарији пиезоелектрични материјал.
- ▶ Добре особине овог кристала су: његова висока радна температура, најмања температурна зависност резонантне учестаности, постојаност на влагу и велика механичка чврстоћа.
- ▶ Такође је добро и то да се кристали кварца налазе у природи.
- ▶ Кварцне плочице су најчешће кружног облика.
- ▶ Пошто за практичне сврхе мора бити обложена металним електродама оне се најчешће израђују од сребра, а нешто ређе од злата.

# КРИСТАЛ КВАРЦА



- ▶ Пиезоелемент од кварца је у целини електрично неутралан, а на њему се могу издвојити три осе: уздужна или оптичка оса  $Y$ , електрична оса  $X$ , која повезује супротно наелектрисане јоне и супротне ивице призме кварца и неутрална или механичка оса  $Z$ , која повезује супротне површине призме.
- ▶ Пошто кристал кварца има облик шестоугаоне призме, постоје три електричне и три механичке осе.
- ▶ Осе  $XYZ$  су под правим углом.

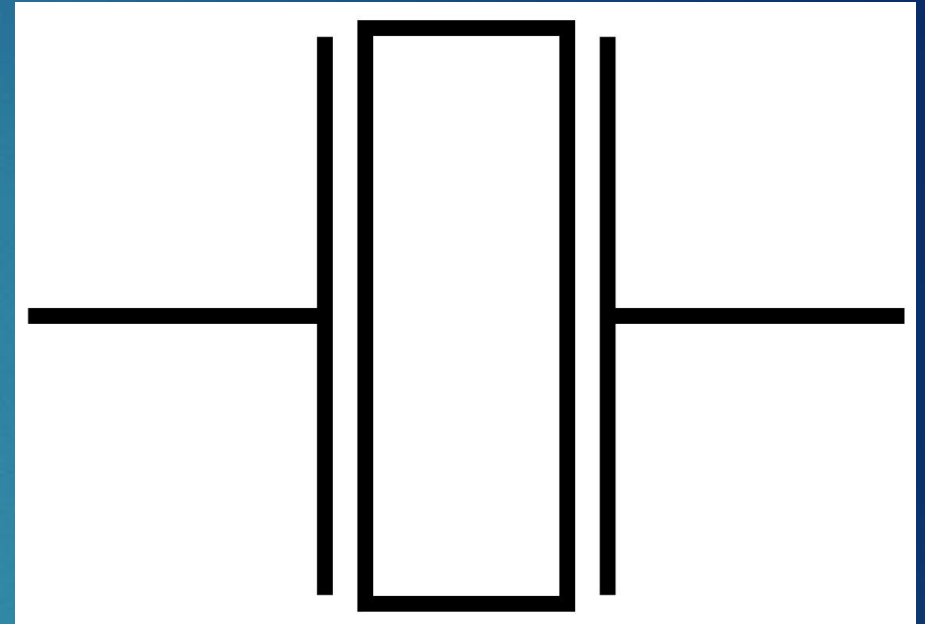
# КРИСТАЛ КВАРЦА

- ▶ Када кристал није механички напрегнут, сви електрични набоји су у равнотежи (слика б).
- ▶ Међутим, ако у смеру осе  $X$  делује сила  $F_1$  (слика в), равнотежа се нарушава и као резултат се на електродама јавља електростатички набој.
- ▶ Другим речима, ако се на плочицу делује неком силом, кристал кварца ће се деформисати што ће довести до појаве потенцијалне разлике између електрода, односно до напона.
- ▶ Резултат тога је да се кварцни кристал понаша као коло састављено од пригушница, кондензатора и отпорника, са прецизном резонантном фреквенцијом.



# КРИСТАЛ КВАРЦА

- ▶ Кварц има додатну предност да су његове еластичне константе и његова величина промене такви да је фреквенцијска зависност од температуре веома ниска.
- ▶ Специфичне карактеристике ће зависити од начина вибрације и угла под којим се сече кварцна плочица (у односу на своје кристалографске осе).



Електрични симбол  
пиезоелектричног  
кристалног осцилатора



# ОСЦИЛАТОРИ СА КРИСТАЛОМ КВАРЦА

27  
час

- ▶ Кристални осцилатор одржава осциловање узимајући напонски сигнал од кварцног резонатора, појачавајући га и враћајући га назад на резонатор.
- ▶ Брзина ширења и скупљања кристала кварца даје резонантну фреквенцију, а одређена је обликом и величином кристала.
- ▶ Осцилације ће се одржати када енергија генерисане излазне фреквенције постане барем једнака губицима у колу.
- ▶ Кристални осцилатор има две електрично проводљиве плочице, са делом од кварцног кристала између њих.

# ОСЦИЛАТОРИ СА КРИСТАЛОМ КВАРЦА

27  
час

- ▶ Током покретања, коло око кристала даје случајни шум сигналу наизменичне струје и чисто случајно, мали део тог шума ће бити на резонантној фреквенцији кристала.
- ▶ Зато кристал почиње да осцилује синхронизовано са тим сигналом.
- ▶ Како осцилатор појачава сигнале који долазе из кристала, сигнали у осцилаторовом фреквенцијском опсегу ће постати јачи, на крају доминирајући на излазу из осцилатора.
- ▶ Уски резонантни опсег кварцног кристала филтрира све нежељене фреквенције.
- ▶ Излазне фреквенције кварцног осцилатора могу бити основна резонантна учестаност или њен целобројни умножак.



„Први кварцни сат  
вам откуцава време  
до следећег часа! А  
онда...“

