



- Eszközök:** 1 db. telefonkészülék  
1 db. számítógéppel megvalósított jelgenerátor  
1 db. egyenfeszültségű tápegység  
1 db. csatlakozóvezeték a tápegységnek a telefonkészülékhez való csatlakoztatásához  
2 db. csatlakozóvezeték a telefonkészüléknek és a hallgatónak a kapcsolópanelhez csatlakoztatásához  
1 db. kapcsolópanel 3 eszköz csatlakoztatási lehetőségével  
4 db. jumper

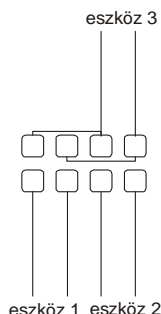
## Feladat

Határozza meg, hogy a hangkódos telefonkészülék egy-egy nyomógombjának lenyomásakor megszólaló hang mely jellemzői alapján állapítja meg a központ, hogy melyik gombot nyomta le a felhasználó! A vizsgálatot a számítógéppel megvalósított jelgenerátor által szolgáltatott, a számítógép képernyőjéről leolvasható tulajdonságokkal rendelkező jelnek a telefonkészülék által szolgáltatott jellel történő alkalmas összehasonlításával végezze!

Adja meg a gombok szerinti hangjellemzőket könnyen áttekinthető összefoglalásban! Mit gondol, miért előnyösebb ez a rendszer a legegyszerűbben megvalósíthatónál?

### Útmutatás:

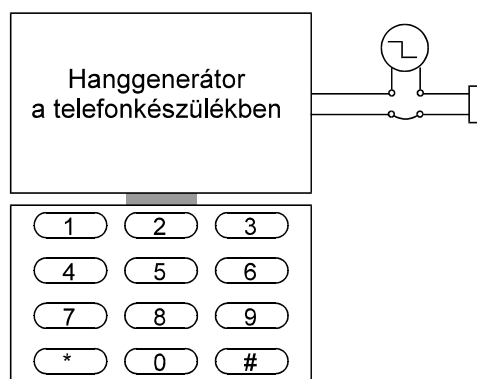
- A telefonkészülék működtetéséhez kb. 10 V egyenfeszültségre van szükség, amit normálisan a központ biztosít, ebben a kísérletben azonban a központ felől érkező táplálást az egyenfeszültségű tápegységgel kell helyettesíteni. Csatlakoztassa a tápegységet a telefonkészülékhez!
- Normál, üzemszerű működés közben a telefonkészüléket és a kagylót két vezetékpár köti össze. Ezek egyike a hallgatót, másika a mikrofont csatlakoztatja a készülékhez. E vezetékpárok egyikét elhagytuk (a mikrofont, erre ugyanis nincs szükség a méréshez), a másikat megszakítottuk. Az így keletkezett két vezetékszakaszt egy kapcsolópanelhez csatlakoztathatjuk. Ugyanezen kapcsolópanelhez csatlakoztathatjuk a jelgenerátor kimenetét is. A kapcsolópanelen apró bontható vezetékdarabokkal (ún. *jumper*ekkel) a csatlakoztatott eszközök szinte tetszőleges kapcsolása valósítható meg. Csatlakoztassa a telefonkészüléket és a kagylót valamint a jelgenerátor kimenetét a kapcsolópanelhez, majd a jumperek segítségével hozza létre a méréshez alkalmasnak látszó kapcsolást!
- A mérési jegyzőkönyvben rögzítse a létrehozott elvi kapcsolási rajzot és a felhelyezett jumperek pontos elrendezését is! A mellékelt ábrán azt a túsoros láthatja, amelynek túsóira a jumpereket fel kell helyeznie. (A jumperekkel mind az egymás melletti, mind az egymás alatti túsópárokat össze tudja kötni.) A végső kapcsolatban alkalmazott jumperek elhelyezkedését ugyanilyen ábrán adja meg, és nevezze meg konkrétan az egyes érpárokra csatlakoztatott eszközöket is!
- Ismertesse a mérés elvét!
- A számítógéppel megvalósított jelgenerátor működtetéséhez minden információ leolvasható a képernyőről (használatához semmilyen számítástechnikai ismeretre nincs szükség).
- A mérés közben tapasztaltak alapján becsülje meg a mérés hibáját!





## Megoldás

A hallgatót a szokásos módon a telefonhoz csatlakoztatva, majd a gombokat nyomogatva megfigyelhetjük, hogy balról jobbra (az 1-es gomb oszlopától a 3-asé felé) haladva a megszólaló hang magassága növekszik. Hasonló a helyzet az 1-es gomb sorától a \* sora felé haladva is. Ebből sejthetjük, hogy a megszólaló hang frekvenciája lehet a lenyomott gombra vonatkozó információ. (Az amplitúdó már csak amiatt sem igen jöhetne szóba, mert a központhoz vezető érpár más-más csillapítása miatt ugyanazon gomb is más-más információt jelentene a különböző készülékekre vonatkozóan pl. a központtól való távolság függvényében.) Ezek szerint



1. ábra.

legegyszerűbbnek az látszana, ha a minden gomb egy-egy jól meghatározott frekvenciát szólaltatna meg. Mivel a közönséges készüléken négy sorban és három oszlopban elrendezve vannak billentyűk – összesen 12 db: 10 számjegybillentyű és a \*, valamint a # billentyűje –, összesen 12 különböző frekvenciára lenne szükség. A megszólaló hangok frekvenciájának természetesen a telefonvonalak által átvitt frekvenciatartományba kell esniük (a beszédsáv: kb. 100 Hz – 2,7 kHz), így az egyes frekvenciák kb. 130 Hz-enként követhetik egymást. Hogy valóban ez-e a helyzet, a rendelkezésre álló függvénygenerátorral jeleivel összevetve ellenőrizhetjük: ha a hallgatóban egyszerre szólaltatjuk meg a telefonkészülék és a hanggenerátor által keltett rezgéseket (a hallgató áramkörébe az 1. ábra szerint beiktatjuk a függvénygenerátort is), közel azonos frekvencia mellett lebegést kell tapasztalnunk. Valamely telefongomb folyamatos nyomva tartása mellett a függvénygenerátor frekvenciáját folyamatosan változtatva találunk is lebegést, pl. az 1-es gomb esetében 697 Hz környezetében. Megfigyelhető azonban, hogy a lebegő hang mellett egy másik hang egyenletes hangerővel szól. A további gombokat is megvizsgálva az is észrevehető, hogy a 2-es és a 3-as gomb is lebegést eredményez a 697 Hz-es frekvencián. Ugyanakkor az 1-es gomb nemcsak 697 Hz-es frekvencián ad lebegést, hanem az 1209 Hz frekvencián is. Ez utóbbi a frekvencián lebegést eredményeznek 4-es, a 7-es és a \* gombok is – vagyis az 1-es gomb oszlopának valamennyi gombja. Ezen tapasztalatokat összefoglalva látszik, hogy minden gomb lenyomása egyszerre két különböző frekvencia megszólalását eredményezi aszerint, hogy a kérdéses gomb melyik oszlopban és melyik sorban helyezkedik el. A mérési eredményeket legáttekinthetőbben a gombok mátrix elrendezése szerinti táblázatban adhatjuk meg (2. ábra).

	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz
697 Hz	1	2	3
770 Hz	4	5	6
852 Hz	7	8	9
941 Hz	*	0	#

2. ábra

A gombok megkülönböztetéséhez a fentebb ismertetett rendszer szerint elegendő 7 jól elkülöníthető frekvencia. Előnyösebb ez a rendszer annál, mintha minden gombhoz egyetlen frekvencia tartozna csupán azért is, mert az egyszerre megszólaló frekvenciák alkalmas megválasztásával így elérhető, hogy a természetes hangkörnyezetben igen kis eséllyel együtt előforduló párosítások minimálisra csökkentsék a téves dekódolások számát. (Nem véletlen, hogy az együtt megszólaló párok sosem részei valamely harmonikus hangzatnak. Mellesleg ez teszi igen nehézé a füllel való dekódolásukat a zeneileg képzett emberek számára is.