

Sl. 106. Postupak šifriranja i dešifriranja videosignala i audiosignala

pomoću kartice. Kartice su s magnetskom vrpcom u koju je upisan ključ za dešifriranje.

VISOKOKVALITETNA TELEVIZIJA

U zadnjem se desetljeću u radiokomunikacijama postiže sve savršeniji prijenos i reprodukcija televizijskih signala. Želja da se što vjernije reproducira videosignal dovela je do bitnog povećanja broja linija i širine kanala, te površine ekrana, već prema sustavima u kojima se obavlja televizijski prijenos u pojedinim geografskim područjima. Tako je visokokvalitetna televizija (engl. High Definition Television, HDTV) prvi put predstavljena 1975. u Tokiju u povodu proslave 50-godišnjice japanske radiotelevizije. T. Fujio, autor visokokvalitetne televizije, prikazao je novi sustav televizije s karakteristikama: povećani broj linija, što omogućuje oštriju sliku i smanjuje promjenu kvalitete slike zbog strukture linija, te optimalni broj linija (predloženo je oko 900 i više), što poboljšava oštrinu i razlučivanje. Optimalna je udaljenost gledanja od 2...3 visine slike, a predložen je format slike 5:3.

Subjektivnim ispitivanjima kvalitete televizijske slike u japanskom sustavu 1125/60/2 (prvi broj znači broj linija, drugi broj poluslika, a treći prored) i europskom sustavu (Eureka 50) 1250/50/1, s progresivnim analiziranjem bez proreda, na završnom se zasjedanju SG11 CCIR postiglo 1989. zajedničko rješenje. U tom je zajedničkom standardu u Preporuci XA/11 CCIR definiran jedan dio osnovnih parametara za visokokvalitetnu televiziju prema proizvodnom modelu raznih međunarodnih organizacija.

Prema tom se standardu optička slika stvara skupnom od tri osnovne slike u električnom obliku uz linearnu optičko-elektroničku konverziju. Luminancija je $0 \leq L \leq 1$, a kolorimetrijske su koordinate (x, y): crveno (0,64; 0,33), zeleno (0,3; 0,6), modro (0,15; 0,06), referentno bijelo (0,3127; 0,329).

Uzorkovanje osnovnih slika i raspored uzoraka obavlja se uz format slike 16:9 (radi mogućnosti prikazivanja u kinematografima), te uz 1920 uzoraka po aktivnoj liniji.

Slika se analizira slijeva nadesno i od vrha do dna. Format je signala $\gamma = 0,45$, luminantni je signal $E'_Y = 0,2125 E'_R + 0,7154 E'_G + 0,0721 E'_B$, signali krominantne razlike iznose $E'_F = 0,6349 (E'_R - E'_G)$, a $E'_P = 0,5389 (E'_B - E'_G)$.

Za analogni prikaz nominalne su razine E'_R, E'_G, E'_B, E'_Y , referentno je crno 0 V, referentno bijelo 700 mV, a sinkronizacijska razina + 300 mV.

Za digitalni prikaz kodirani su signali E_R, E_G i E_B , odnosno $E_Y, (E_R - E_Y), (E_B - E_Y)$, a frekvencija $f_s = 2,25$ MHz.

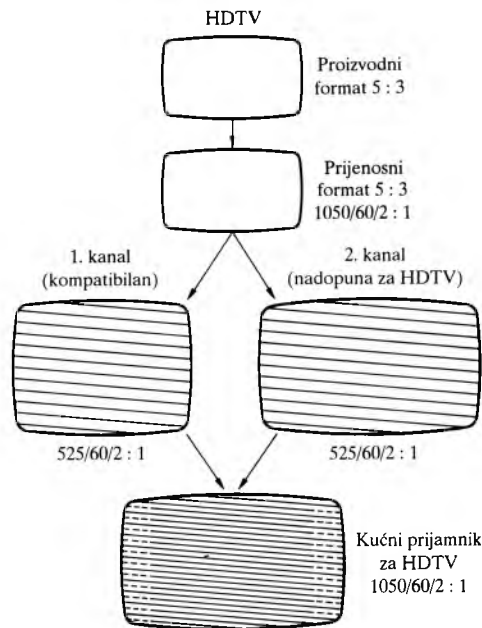
Raspored je uzoraka $(E_R - E_Y)$ i $(E_B - E_Y)$ koincidentan jedan za drugim i s alternativnim luminantnim uzorcima; $f_s = 1/2$ luminantne frekvencije uzorkovanja.

Prijenos signala visokokvalitetne televizije

Izvor signala visokokvalitetne televizije može biti kamera ili telekino. Izvor se sastoji od krominantnih signala E_R, E_G i E_B , te luminantnog signala E_Y . Da bi se uštedjela širina frekvencijskog opsega kanala, prenose se signali krominantnih razlika $(E_R - E_Y)$ i $(E_B - E_Y)$ te luminantni signal E_Y .

Predloženo je nekoliko načina odašiljanja signala visokokvalitetne televizije.

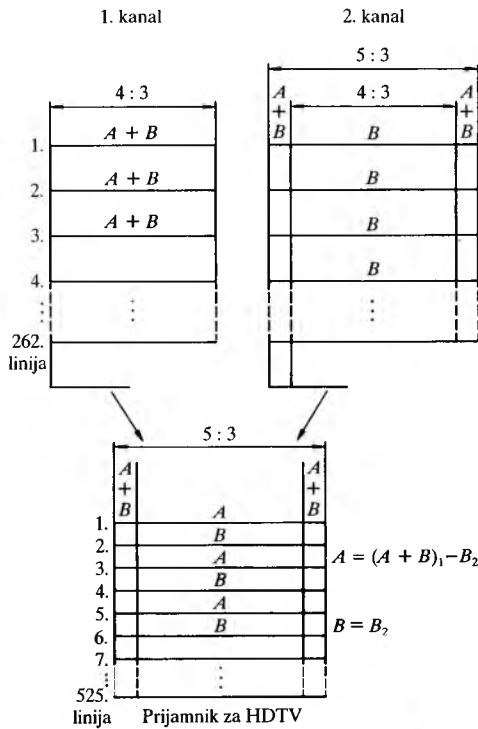
Dvokanalni prijenos. Jedan je od prijedloga za prijenos dala američka televizijska organizacija CBS (Columbia Broadcasting System). Taj bi prijedlog omogućio upotrebu dosadašnjih uređaja, a osniva se na tome što za prijamnik visokokvalitetne televizije nije potrebna memorija slike, jer se TV signal prenosi u dva kanala, pri čemu je jedan kanal kompatibilan sa sadašnjim standardom od 525 linija (sl. 107). Format je slike u proizvodnom studiju 5:3, a razlikuje se od formata slike koji se prenosi satelitski. Dvokanalni se prijenos ostvaruje tako što se u televizijskoj kameri stvara slika s 1050 linija, 60 poluslika i proredom 2:1 te s formatom 5:3. Broj



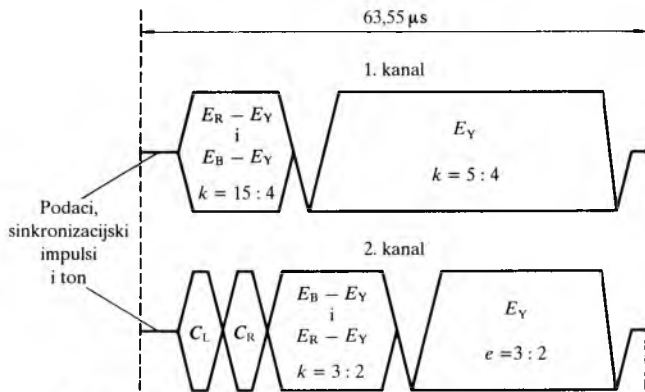
Sl. 107. Dvokanalni sustav CBS za prijenos visokokvalitetne televizije

je linija tako dvostruko veći od 525 linija. Da bi se dobio prored, mora se slijed sinkronizacijskih impulsa prikladno promijeniti ili načiniti tako da se linije u svakoj drugoj poluslici sa 525 linija međusobno učešljavaju. Jednim se kanalom prenosi dio slike koji odgovara formatu 4:3 sa 525 linija i proredom 2:1. Drugim se kanalom prenosi dopuna koja s prvim kanalom čini sliku visokokvalitetne televizije s 1050 linija (sl. 108).

U sustavu CBS primjenjuje se postupak TMC (engl. Time Multiplex of Components, vremenski multipleks komponenti). Proces se odvija tako da se luminantni i krominantni signali u 1. kanalu najprije komprimiraju, a u 2. kanalu ekspanziraju (sl. 109). U 1. kanalu započinje linija digitalnim podacima, signalom sinkronizacije i tonom, nakon toga slijede vremenski komprimirani signali $(E_R - E_Y)$ i $(E_B - E_Y)$, koji se izmjenjuju od linije do linije, uz faktor kompresije $k = 15:4$. Zatim slijedi luminantni signal s faktorom kompre-



Sl. 108. Sastavljanje poluslike s 525 linija iz signalâ 1. i 2. kanala u dvokanalnom sustavu CBS

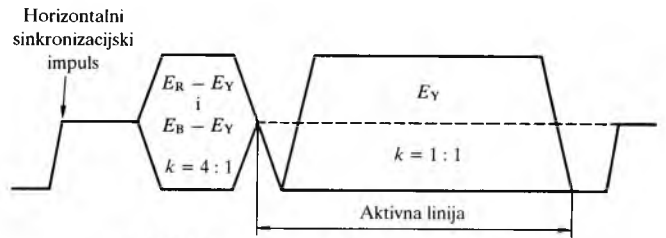


Sl. 109. Tok signala u 1. i 2. kanalu dvokanalnog sustava CBS

sije $k = 5:4$. U 2. kanalu nakon podataka, sinkronizacije i tona dolazi kromatska informacija C_L za lijevi rub slike i C_R za desni rub slike, a nastavljaju se komponente signala $(E_R - E_Y)$ i $(E_B - E_Y)$. One predstavljaju sadržaj sredine krominantne slike komprimiran s faktorom kompresije $k = 3:2$. Na kraju linije nalazi se luminantni signal E_Y ekspanziran s faktorom $e = 3:2$.

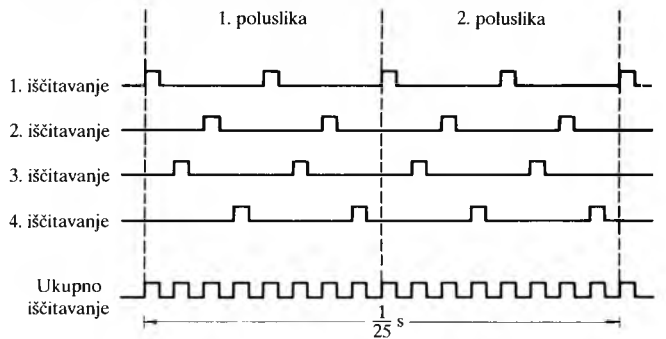
Sustav MUSE. Sustav prijenosa visokokvalitetne televizije MUSE razvijen je u Japanu, i to je vrlo dobro tehničko rješenje u razvoju visokokvalitetne televizije. Kako se radi o potpuno novoj tehničkoj koncepciji, potrebna su i velika financijska ulaganja za njegovu realizaciju. Sustav MUSE prikazan je 1984. Njime se signal visokokvalitetne televizije prenosi s ukupnom širinom od 32 MHz i 1125 linija po slici preko satelitskog kanala širine frekventijskog pojasa od 8,1 MHz. Pritom se primjenjuje Nyquistovo poduzorkovanje i pokretno-adaptivna obradba signala. Audiosignal i podaci prenose se u vertikalnom potisnom intervalu. Tako se dobiva signal prihvatljiv za kabelnu distribuciju. Način prijenosa poznat kao TCI (engl. Time Compressed Integration of Line Color Signal) prikazan na sl. 110.

Komponente signala $(E_R - E_Y)$ i $(E_B - E_Y)$ prenose se komprimirane u omjeru 4:1, tonski se signal prenosi digitalno, i to u vertikalnom potisnom intervalu, a luminantni se signal prenosi nekomprimiran.

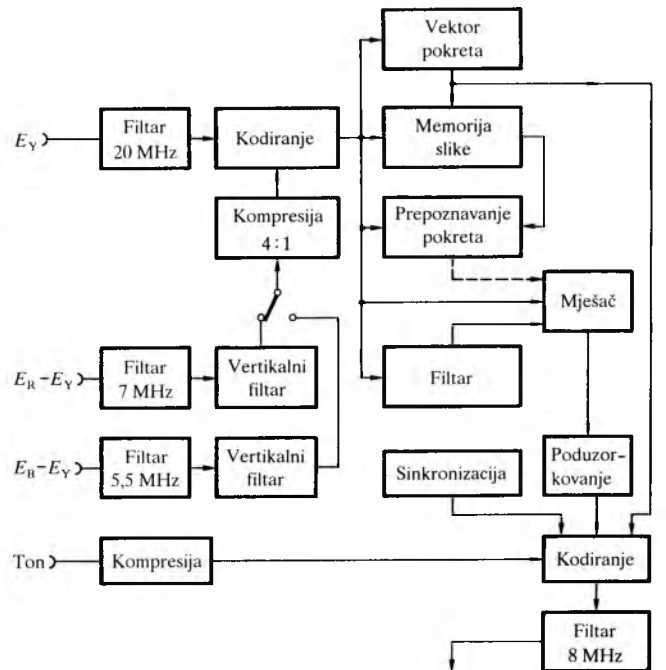


Sl. 110. Format signala za liniju u sustavu MUSE

Budući da je za prijenos televizijske slike od 5 MHz na raspolaganju $1/25$ s, istim kanalom s propustom može se u $4 \times 1/25$ s prenijeti slika frekventijske širine pojasa od 20 MHz. To se postiže tako da se u prvoj dvadesetpetinki sekunde prenosi frekventijski pojas od 5 MHz, a u drugoj dvadesetpetinki sekunde pojas od 5...10 MHz (sl. 111). Na odašiljačkoj je strani potrebno memorirati sliku $4 \times 1/25$ s, a na prijenosnoj se strani kompletna slika pohranjuje u memoriju.



Sl. 111. Prijenos cijele slike u četiri iščitavanja



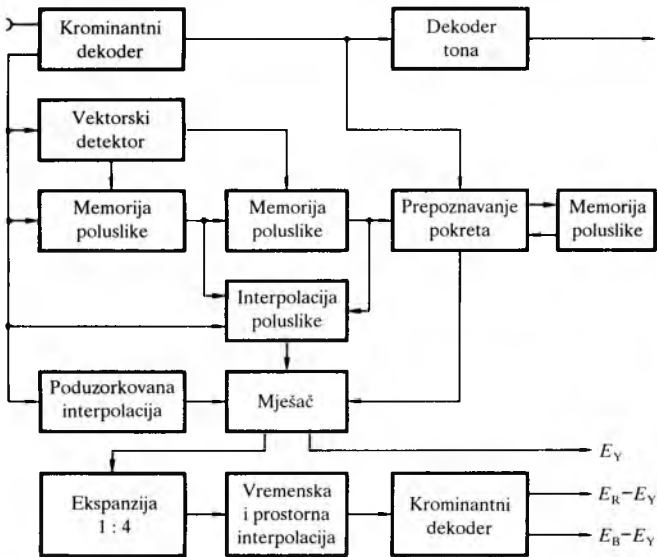
Sl. 112. Pojednostavnjena blok-shema uređaja za kodiranje u sustavu MUSE

Karakteristike sustava MUSE za prijenos videosignala (sl. 112 i 113) jesu: analiziranje 1125 linija, 60 poluslika, prored 2:1. Frekventijska širina videosignala u prijenosu je 8,1 MHz, a frekvencija uzorkovanja 16,2 MHz. Frekventijska širina reproduciranog signala za E_Y iznosi 22 MHz za stacionarne dijelove slike i 14 MHz za pokretne dijelove slike, a za $(E_R - E_Y)$ iznosi 7 MHz za stacionarne dijelove slike, a 3,5 MHz za pokretne dijelove slike. Format je slike 15:9.

Karakteristike sustava MUSE za prijenos audiosignala daju se za dva načina upotrebe audiokanala: za diferencijalni i za PCM način. Frekventijska širina osnovnog signala iznosi

15 kHz, odnosno 20 kHz, frekvencija uzorkovanja 32 kHz, odnosno 48 kHz, a broj kanala 4, odnosno 2. Karakteristika je kompresije 15/8 za 8 područja, odnosno 16/11 za 11 područja. Kapacitet je kanala podataka 128 kbit/s, odnosno 112 kbit/s. Brzina je prijenosa audiosignala i signala podataka za oba načina 1350 kbit/s, a za vremenski interval prijenosa upotrebljava se vertikalni potisni period.

Sl. 112 i 113 prikazuju blok-sheme kodiranja i dekodiranja u sustavu MUSE.



Sl. 113. Pojednostavnjena blok-shema uređaja za dekodiranje u sustavu MUSE

U okviru europskog projekta Eureka EU95 iz 1986. nastala su dva nova sustava za odašiljanje signala u visokokvalitetnoj televiziji. To su EU95 familija 1 i EU95 familija 2 koji se poklapaju u većini bitnih parametara, dok se razlikuju u vertikalnom i horizontalnom statičkom i dinamičkom razlučivanju.

Uređaji visokokvalitetne televizije u sustavu MUSE. Mnogi uređaji potrebni za proizvodnju, prijenos i primanje signala visokokvalitetne televizije, kao što su kamere, telekina, prijammici i magnetoskopi, razvijeni su u Japanu. Međutim, kako su to sasvim nova tehnička rješenja s vrlo visokim karakteristikama i sa standardom koji nije kompatibilan sa sadašnjim sustavima NTSC, PAL i SECAM, trebat će još neko vrijeme do široke primjene visokokvalitetne televizije.

Sve se međunarodne organizacije slažu u tome da bi trebalo usvojiti zajednički svjetski standard za visokokvalitetnu televiziju, što bi koristilo radiodifuzijskim organizacijama i industriji televizijske opreme. Međutim, glavni su uzrok neslaganju različite frekvencije slike, odnosno poluslike, 50-i 60 Hz, kolorimetrijski parametri i način razlaganja slike (s preredom i bez prereda).

Zasada nema takvih argumenata koji bi dali prednost jednoj od tih dviju koncepcija, pa je potrebno nastaviti istraživanja kvalitete i ekonomičnosti pojedinih rješenja.

LIT.: Z. Smrčić, Uvod u televiziju. Tehnička knjiga, Zagreb 1968. – A. Todorović, R. Klajn, Magnetoskop. RT Beograd, Beograd 1974. – G. A. Reümeier, Spatial Compression and Expansion of Digital Television Images. RCA Review, March 1981. – D. Nuhrmann, Kućni magnetoskopi. Tehnička knjiga, Zagreb 1983. – O. Limann, Televizija na lak način. Tehnička knjiga, Zagreb 1984. – K. Sadashige, An Overview of Solid-State Sensor Technology. Journal of SMPTE, 2, 1987. – N. Mayer, Nova televizijska tehnika. Tehnička knjiga, Zagreb 1987. – A. Oliphaut, R. Marsden, J. Zubrzycki, An Optical Routing System for Tomorrow's Television Studio Centres. Journal of SMPTE, 7, 1987. – B. Šesterikov, Satelitska i kablovska televizija. Tehnička knjiga, Beograd 1987. – B. Zovko-Cihlar, Šum u radiokomunikacijama. Školska knjiga, Zagreb 1987. – G. E. Lewis, Communications Services via Satellite. BSP Professional Books, Oxford 1988. – L. Thorpe, E. Tamura, T. Iwasaki, New Advances in CCD Imaging. Journal of SMPTE, 5, 1988. – H. Kriebel, Satelitski radio i TV prijem. Tehnička knjiga, Zagreb 1991. – K. Shinoda, F. Nagumo, T. Iizuk, H. Abe, The status of CCD Image Sensor Development. Sony Broadcast and Communications, Tokio, travanj 1991.

B. Zovko-Cihlar

TELUR (Tellurium, Te), kemijski element s atomnim brojem 52 i relativnom atomnom masom 127,60. Nalazi se u VIB podskupini periodnog sustava elemenata, između selena i polonija i pripada skupini halogenih elemenata. Prirodni je telur smjesa od osam stabilnih izotopa: ^{120}Te , ^{122}Te , ^{123}Te , ^{124}Te , ^{125}Te , ^{126}Te , ^{128}Te i ^{130}Te . Najviše su zastupljeni izotopi ^{128}Te (31,79%) i ^{130}Te (34,48%). Elektronska konfiguracija atoma telura jest $[\text{Kr}]4d^{10}5s^25p^4$. Energija ionizacije za prijelaz $\text{Te}^0 \rightarrow \text{Te}^+ \rightarrow \text{Te}^{2+}$ iznosi 9,01 eV, 18,6 eV, odnosno 31 eV.

Telur pripada skupini poluvodičkih elemenata i primjenjuje se u tehnici poluvodiča. Njegova je šira primjena mnogo manje važna nego selena, elementa kojemu je telur najbliži po svojim fizikalnim i kemijskim svojstvima.

Telur je otkrio F. Müller 1782. godine. To otkriće potvrdio je M. H. Klaproth 1798. godine, a elementu je dao ime telur prema zemlji (lat. *tellus*, zemlja, tlo).

Maseni udjel telura u Zemljinoj kori vrlo je malen i iznosi 0,002 dijela na milijun dijelova. Telur stvara više minerala, koji se mogu podijeliti u dvije skupine: u primarne, koje čine teluridi metala, i u sekundarne, proizvode oksidacije telurida. Od minerala prve skupine najrasprostranjeniji su teluridi zlata, srebra i bizmuta, a mineralima druge skupine pripadaju elementarni telur, telurit (TeO_2), a također i soli teluritne (teluraste) i teluratne (telurove) kiseline. Telurovi minerali nemaju praktičnu važnost za njegovu proizvodnju. Sirovine za proizvodnju telura u prvom su redu muljevi od elektrolitičke rafinacije bakra, zatim muljevi od proizvodnje sulfatne (sumporne) kiseline i međuproizvodi i otpadni proizvodi od proizvodnje olova i cinka. Zbog toga je proizvodnja telura u svijetu, slično kao i selena, vezana uz proizvodnju bakra, te su najveći svjetski proizvođači bakra ujedno i najvažniji proizvođači telura (v. Bakar, TE 1, str. 651).

ELEMENTARNI TELUR

Svojstva. Kompaktni elementarni telur srebrnastolive je boje, metalnog je sjaja i po svom vanjskom izgledu podsjeća na antimon. Međutim, osim izgleda, telur ima vrlo malo metalnih svojstava. Krt je i kristalizira u heksagonalnoj rešetki. Talište telura iznosi 450 °C, vrelitište 990 °C, a gustoća 6,245 g/cm³ (25 °C). Entalpija taljenja mu je 137,43 kJ/kg, a entalpija isparivanja 392,18 kJ/kg na temperaturi isparivanja. Do temperature 1300–1400 °C pare su telura dvoatomne, a na višoj temperaturi jednoatomne.

Telur je poluvodič. Širina zapornog energetskog područja mu je 0,34 eV. Karakteristika poluvodljivosti telura jest dvojna promjena tipa provodnosti u zavisnosti od temperature (v. Poluvodiči, TE 10, str. 638). Djelovanjem svjetlosti teluru se povećava električna provodnost, ali slabije nego senu.

Karakteristična valentna (oksidacijska) stanja telura u spojevima jesu -2, +4 i +6. Pri sobnoj temperaturi telur je postojan na zraku i u atmosferi kisika. Pri zagrijavanju u čistom kisiku sagorijeva plavim plamenom, stvarajući dioksid, TeO_2 . S halogenim elementima telur reagira i bez zagrijavanja, a s vodikom, dušikom i ugljikom ne reagira, mada se takvi spojevi mogu dobiti posredno. Sa sumporom telur ne gradi kemijske spojeve. U talinama se oba ta elementa miješaju u svim omjerima, a u čvrstom stanju s ograničenom međusobnom topljivošću. Sa selenom telur stvara neprekidan niz tekućih i čvrstih otopina, a s metalima se lako spaja pri zagrijavanju, stvarajući teluride. Polako se otapa u kloridnoj (solnoj) kiselini, a u nitratnoj (dušičnoj) kiselini otapa se uz stvaranje teško topljivog telur(IV)-oksida ili baznog nitrata telura. Lako se otapa u sulfatnoj (sumpornoj) kiselini i u tzv. carskoj vodi (smjesa od tri dijela kloridne i jednog dijela nitratne kiseline). U alkalijama telur se sporo otapa, a proces se može ubrzati dodatkom oksidansa.

Sirovine. Najveće rezerve telura, a i selena, u svijetu vezane su za ležišta bakreno-cinkovih ruda, a također i za ležišta polimetalnih ruda obojenih metala. Telur se javlja i kao pratilac zlatonosnih ruda. Mada je poznato vrlo mnogo minerala telura, koji predstavljaju spojeve telura sa zlatom,