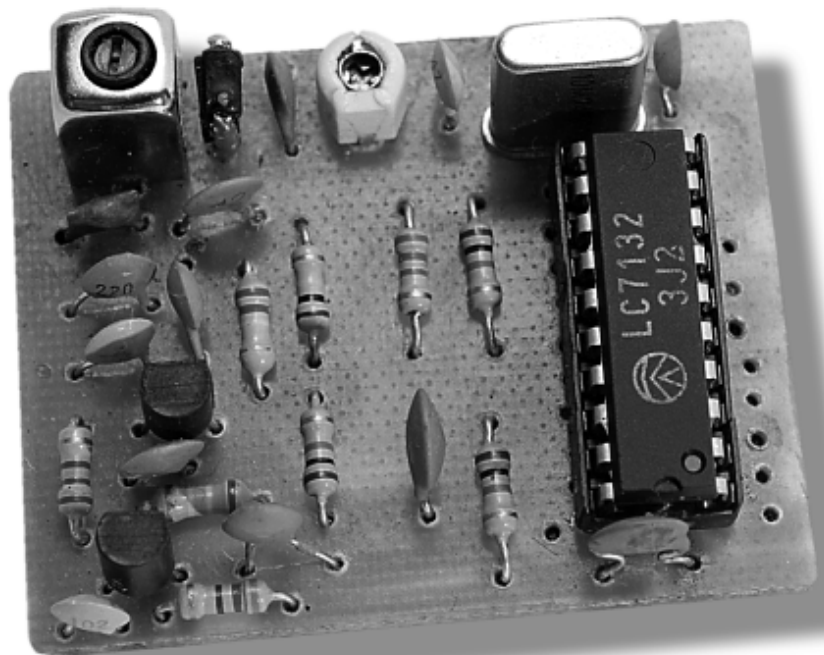


# Syntezer częstotliwości CB

## kit AVT-345

*W artykule przedstawiamy konstrukcję prostego synteza częstotliwości, który może znaleźć zastosowanie m.in. w odbiornikach CB. Urządzenie jest łatwe w wykonaniu i uruchomieniu, co udało się osiągnąć dzięki zastosowaniu popularnego układu firmy Sanyo.*



Od samego początku rozwoju łączności radiowej, konstruktorzy urządzeń nadawczo-odbiorczych starali się tak projektować układy generatorów, aby pracowały stabilnie i umożliwiały precyzyjne ustawienie żądanej częstotliwości. Praca na ściśle określonej częstotliwości, z odpowiednio małą tolerancją, to nie tylko komfort dobrej łączności, ale także wymóg obowiązujących przepisów.

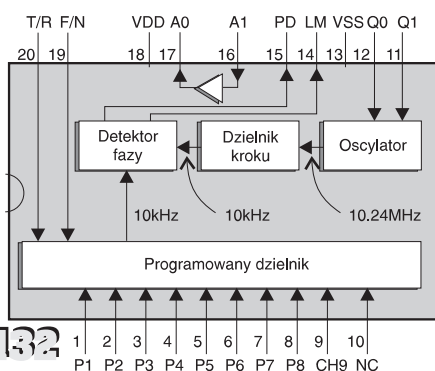
W miarę rozwoju techniki radiowej stosowano różne metody stabilizacji częstotliwości. Ze względu na konieczność konstruowania urządzeń wielokanałowych, szybko się okazało, że stabilizacja częstotliwości za pośrednictwem pojedynczych rezonatorów kwarcowych (na każdym kanale jeden lub dwa rezonatory) jest nieekonomiczna. Sięgnięto więc z powodzeniem po elektroniczne (układowe) metody stabilizacji częstotliwości, np. za pośrednictwem pętli fazowej PLL. Początkowo konstruowano syntezy na dostępnych układach TTL, później CMOS.

We współczesnych radiotelefonach CB oraz VHF/UHF wykorzystuje się powszechnie syntezy częstotliwości w oparciu o jeden układ scalony i przeważnie jeden współpracujący z nim rezonator kwarcowy, które wytwarzają siatkę stabilnych częstotliwości, umożliwiając prowadzenie łączności na dowolnie wybranym kanale. Obecnie na rynku można z powodzeniem nabyć specjalizowany układ scalony firmy Motorola czy Sanyo, wykorzystywany do pracy m.in. w pasmie CB.

Poniżej prezentujemy opis wykonania synteza przystosowanego do pracy w podstawowej czterdziestce CB (26,965..27,405MHz), który może być pomocny przy modernizacji starszych radiotelefonów CB, bądź może być wykorzystany jako generator do kitu AVT-173, dzięki czemu możliwe będzie uzyskanie transceivera SSB na pasmo CB.

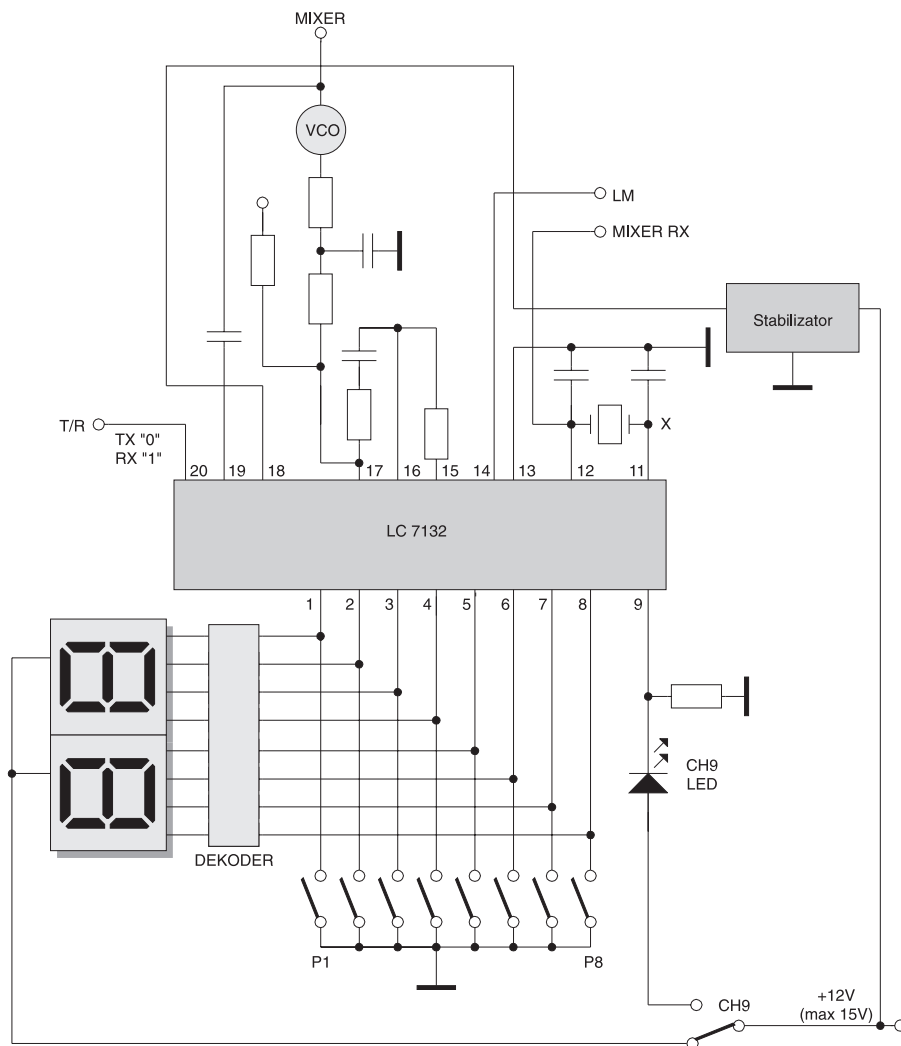
### Opis układu

W urządzeniu zastosowano popularny układ scalony LC7132 firmy SANYO, wykorzystywany m.in. w takich radiotelefonach jak Alan 27, Cobra 21 LTD, Stabo SH700 czy Albrecht AE 4500.



LC7132

Rys. 1. Budowa układu LC7132.



Rys. 2. Typowa aplikacja układu LC7132.

Schemat blokowy struktury syntezy LC7132 przedstawiono na rys. 1.

Układ LC7132 posiada następujące wyprowadzenia i bloki wewnętrzne:

- P1..P8: wejścia programujące dzielnika częstotliwości (1..8);
- CH 9: wejście ustalające pracę na kanale (9);
- QI, QO: generator wzorcowy przystosowany do rezonatora kwarcowego 10,24MHz (11, 12);
- Vss: - zasilania (13);
- stały dzielnik częstotliwości 2 do 10 dla sygnału generatora;
- LM: wyjście sygnalizujące stan pętli PLL (14);
- PD: wyjście detektora fazy (15);
- AI: wejście aktywnego filtra fazowego (16);
- AO: wyjście aktywnego filtra fazowego (17);
- Vdd: + zasilania (18);
- FIN wejście dzielnika częstotliwości wejściowej sygnału VCO (19);

- T/R: zmiana częstotliwości fRX/fTX-nadajnik/odbiornik (20).

Częstotliwość wzorcowa, decydująca o odstępach międzykanałowym syntezy, jest wytwarzana w generatorze kwarcowym 10,24MHz.

Sygnal z tego generatora, po uformowaniu do przebiegu prostokątnego i podzieleniu w dzielniku przez 1024 do wartości 10kHz, jest podany na jedno z wejść detektora fazy. Na drugie wejście detektora dochodzą sygnały z generatora VCO, przetworzone w dzielniku do wartości również 10kHz. Generator VCO pracuje na częstotliwości mniejszej od wartości częstotliwości CB: przy nadawaniu (T/R=0) na dwukrotnie mniejszej wartości CB, zaś przy odbiorze (T/R=1) mniejszej o wartość częstotliwości pośredniej 10,695 lub 10,7MHz. Sygnal wyjściowy z detektora fazy, poprzez filtr aktywny RC, steruje diodą

pojemnościową generatora VCO w taki sposób, aby odstęp między kanałami był równy dokładnie 10kHz. Przy braku synchronizacji na wyjściu LM występuje stan niski, który nie dopuszcza do załączenia nadajnika (po zastosowaniu układu blokady).

Uproszczony schemat blokowy syntezy jest pokazany na rys. 2, zaś schemat elektryczny syntezy (bez programatora) na rys. 3.

W skład układu syntezy wchodzi następujące bloki:

- oscylator VCO z tranzystorem T1, z obwodem rezonansowym L1, C8 i dzielnikiem pojemnościowym C9, C10 w pętli dodatniego sprzężenia zwrotnego, pracujący w zakresie 16,27..16,71MHz;
- zespół trzech diod pojemnościowych D1..D3 sterowanych w pętli PLL - wzmacniacz (separator) w układzie OE na tranzystorze T2;
- filtr dolnoprzepustowy R1, R4, C5.

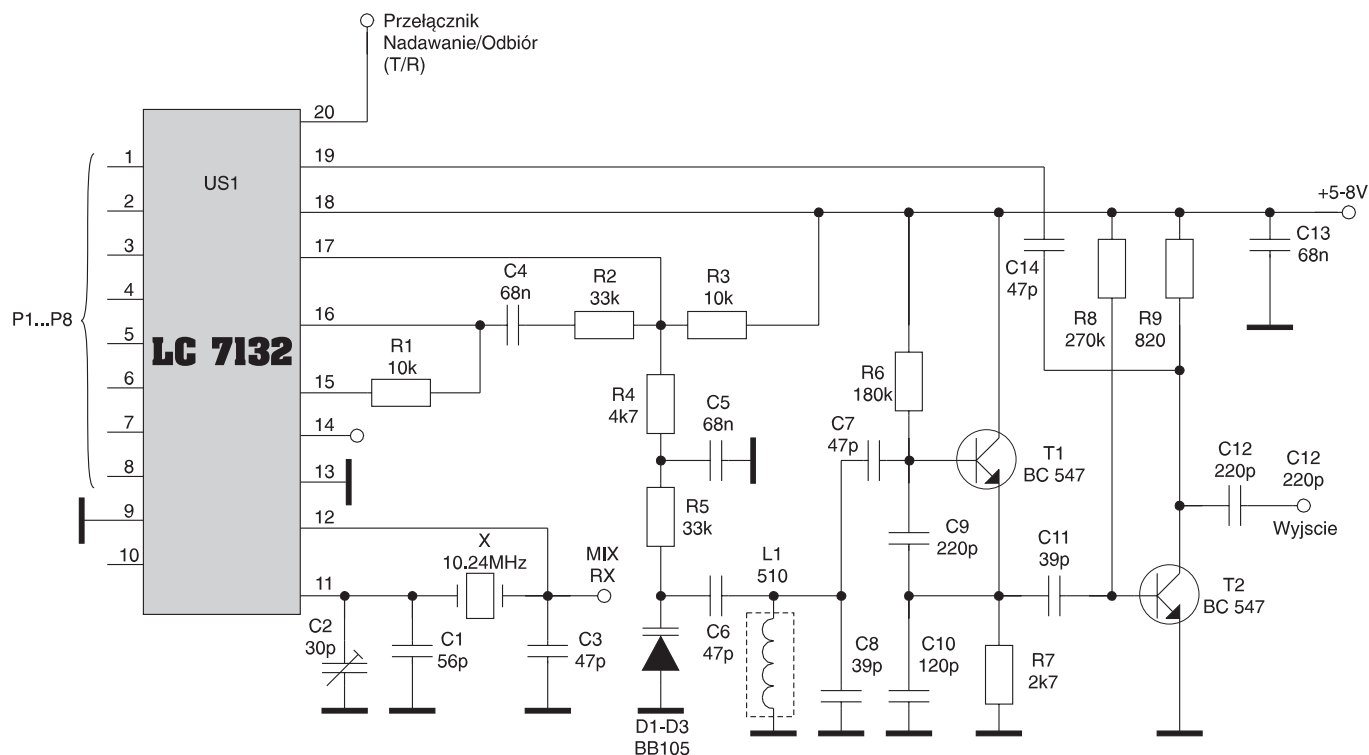
### Montaż i uruchomienie

Układ syntezy zmontowano na płytce drukowanej o wymiarach 40x50mm (rysunek na wkładce). Rys. 4 przedstawia rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej.

Jako cewkę L1 zastosowano obwód 7x7 typu 510 (indukcyjność około 1μH). W przypadku trudności z nabyciem takiego obwodu można przewinać inny z serii 7x7 (13 zwojów DNE 0,2) lub wykorzystać inny obwód o oznaczeniu 504..518, po skorygowaniu wyprowadzeń i pojemności kondensatora C8.

Po zmontowaniu układu i podłączeniu zasilania o wartości 5..8V, należy najpierw skontrolować poziomy napięcie na emiterze (kolektorze) tranzystora T1 (T2) i ewentualnie skorygować wartość rezystora polaryzacji bazy - R6 (R8) w taki sposób, aby napięcie to było zbliżone do połowy wartości napięcia zasilania.

Następnie, na wyjście syntezy, czyli do kondensatora C12, podłączamy sondę w.c.z. (oscylloskop, miernik częstotliwości) i sprawdzamy czy generator wytwarza sygnał w.c.z. o częstotliwości zbliżonej do 16MHz. Do kondensatora C5 podłączamy woltmierz napięcia stałego i po po-



Rys. 3. Schemat elektryczny syntezy.

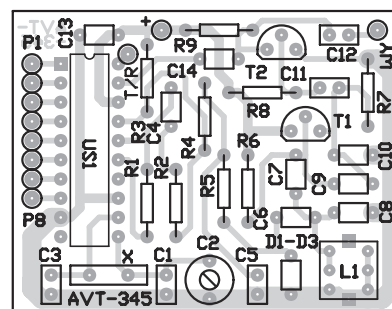
daniu na wejścia P1..P8 kombinacji 1111011 sprawdzamy poziom napięcia na diodach pojemnościowych oraz wartość częstotliwości sygnału wyjściowego syntezy. Ustawiamy rdzeń w cewce L1 tak, aby uzyskać wskazanie woltomierza około 1,5V, przy częstotliwości wyjściowej 16,27MHz.

Ta wartość częstotliwości odpowiada kanałowi nr 1 ( $16,27 + 10,695 = 26,965\text{MHz}$ ). Aby przekonać się, czy układ ma zamkniętą pętlę PLL (działa stabilizacja), można zmienić częstotliwość rezonansową L1, C8 (pokręcić nieznacznie rdzeniem w cewce lub dołączyć do C8 kondensator o pojemności kilku pF), a wartość częstotliwości powinna pozostać nie zmieniona (zmieni się wartość napięcia). Stabilizacja powinna następować do momentu, kiedy napięcie na woltomierzu nie wykróczy poza zakres 0,5-5V. Następnie przy zmianie kombinacji na wartość 00100010 odpowiadającej kanałowi 40, częstotliwość na wyjściu powinna wzrosnąć do wartości 16,71MHz ( $16,71 + 10,695 = 27,405\text{MHz}$ ), a wartość napięcia na woltomierzu powinna wzrosnąć do około 4V. Oczywiście, wartości napięć będą zależały od parametrów wypadkowych obwodu generatora, a w tym od zmian pojemności zespołu diod D1..D3 w funkcji napięcia na wyprowadzeniu 17 układu LC7132. Może zdarzyć się, że do poprawnej pracy syntezy wystarczy tylko jedna dioda BB105 (przy innych parametrach wejściowych generatora). W **tablicy 1** przedstawiono częstotliwości pracy układu w za-

leżności od stanów logicznych wejść programujących dzielnika LC7132.

Dokładną korekcję częstotliwości przeprowadza się w środku pasma, czyli w kanale 20, za pośrednictwem trymera C1. Poprzez korekcję wartości dzielnika pojemnościowego C1..C3, można bez zmiany rezonatora kwarcowego uzyskać przesunięcie kanałów w taki sposób, aby częstotliwości końcowe wynosiły nie „5” lecz „0” (kanał 1-26,960MHz, 40-27,400MHz).

Wejścia dzielnika były programowane za pomocą mechanicznego przełącznika kanałów (koder) ustalającego odpowiednie stany logiczne. Wejścia 1..8 były dołączone do napięcia zasilania



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej.

## WYKAZ ELEMENTÓW

### Rezystory

R1, R3: 10kΩ  
R2, R5: 33kΩ  
R4: 4,7kΩ  
R6: 180kΩ  
R7: 2,7kΩ  
R8: 270kΩ  
R9: 820Ω

### Kondensatory

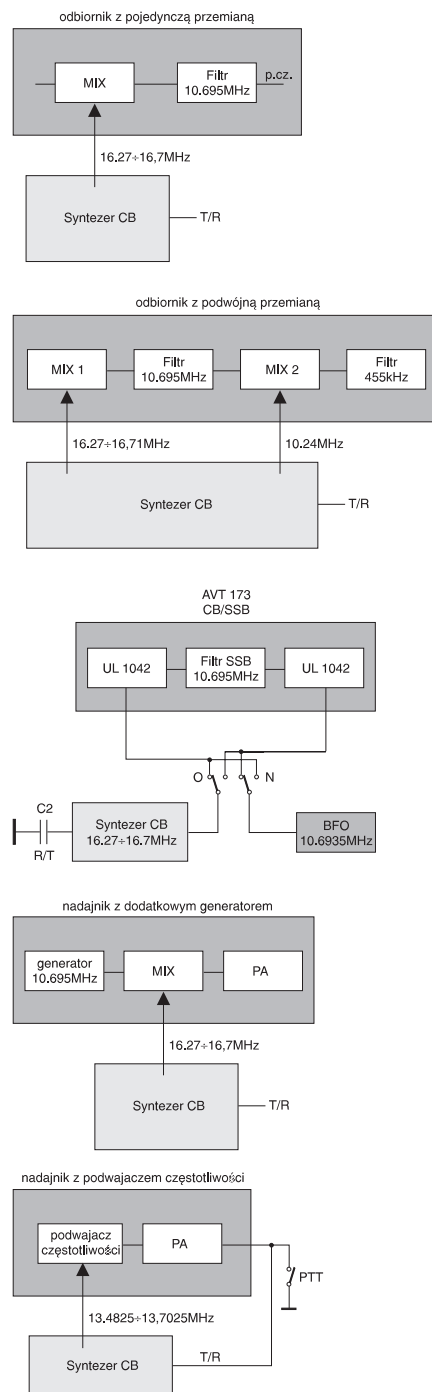
C1: 56pF  
C2: 8..30pF (trymer)  
C3, C6, C7, C14: 47pF  
C4, C5, C13: 68nF  
C8, C11: 39pF  
C9, C12: 220pF  
C10: 120pF

### Półprzewodniki

US1: LC7132  
D1, D2, D3: BB105  
T1, T2: BC547

### Różne

L1: 510 (filtr 7x7)  
X: 10,240MHz



Rys. 5. Przykłady zastosowań syntezy.

poprzez rezystory 10kΩ, a zera uzyskiwano zwierając odpowiednie wejścia do masy. Według danych katalogowych dopuszczalne napięcie wejściowe może wynosić 15V. Zamiast przełącznika obrotowego lepiej jest zastosować układ generujący określone stany logiczne (np. zbudowany na układach CMOS lub sterownik mikroprocesoro-

wy) sprzęgnięty z wyświetlaczem. Można tutaj przystosować nastawnik opisany w EP 11/94 (AVT-168). Następny z takich układów, przystosowany do LC7132, będzie wkrótce opisany w EP.

Przy wykorzystaniu syntezy do radiotelefonu, częstotliwość nadawania można uzyskać przez zmieszanie częstotliwości syntezy z dodatkową częstotliwością 10,695 MHz z (10,7MHz). Warto wiedzieć, że poprzez zwarcie do masy punktu TX/RX (20) następuje zmiana pracy dzielnika programowanego i przejście syntezy na częstotliwość fcb/2. Kanałowi 1 będzie wtedy odpowiadała częstotliwość 13,4825 MHz, a kanałowi 40-13,7025 MHz. Wiąże się to z koniecznością zastosowania w torze nadajnika podwajacza częstotliwości, a także z dodatkowym

układem (kluczem mechanicznym lub elektronicznym) dołączającym równolegle do C8 dodatkowy kondensator 47pF (nie zawsze jest to konieczne).

Przykłady wykorzystania opisanego syntezy zostały pokazane na rys. 5. Topografię wyprowadzeń innych, również często spotykanych, syntezerów częstotliwości CB oraz podstawowe wiadomości na temat innych konstrukcji CB zamieszczono w książce "CB Radio" (wyd.5, WKiŁ, Warszawa 1997).

**Andrzej Janeczek SP5AHT, AVT**

| Tabela 1. |            |            |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|------------|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Kanał     | f CB [MHz] | f RX [MHz] | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 |
| 1         | 26,965     | 16,27      | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 2         | 26,975     | 16,28      | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 3         | 26,985     | 16,29      | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 4         | 27,005     | 16,31      | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 5         | 27,015     | 16,32      | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 6         | 27,025     | 16,33      | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 7         | 27,035     | 16,36      | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 8         | 27,055     | 16,36      | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 9         | 27,065     | 16,37      | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  |
| 10        | 27,075     | 16,38      | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  |
| 11        | 27,085     | 16,39      | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  |
| 12        | 27,105     | 16,41      | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  |
| 13        | 27,115     | 16,42      | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  |
| 14        | 27,125     | 16,43      | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  |
| 15        | 27,135     | 16,44      | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 1  |
| 16        | 27,155     | 16,46      | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  |
| 17        | 27,165     | 16,47      | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  |
| 18        | 27,175     | 16,48      | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  |
| 19        | 27,185     | 16,49      | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 1  |
| 20        | 27,205     | 16,51      | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 21        | 27,215     | 16,52      | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 22        | 27,225     | 16,53      | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 23        | 27,255     | 16,56      | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 24        | 27,235     | 16,54      | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 25        | 27,245     | 16,55      | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 1  |
| 26        | 27,265     | 16,57      | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  |
| 27        | 27,275     | 16,58      | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 28        | 27,285     | 16,59      | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 29        | 27,295     | 16,60      | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 1  |
| 30        | 27,305     | 16,61      | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| 31        | 27,315     | 16,62      | 1  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| 32        | 27,325     | 16,63      | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| 33        | 27,335     | 16,64      | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| 34        | 27,345     | 16,65      | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| 35        | 27,355     | 16,66      | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  |
| 36        | 27,365     | 16,67      | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  |
| 38        | 27,385     | 16,69      | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| 39        | 27,395     | 16,70      | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  |
| 40        | 27,405     | 16,71      | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  |