

# M6800 mikroişlemci dizgeleri ile örnekselden sayısala dönüştürme

İrfan ONAY

UDK: 621.3.037.33: 621.3.037.37: 621.3.049.771.14

## ÖZET

Bu yazıda mikroişlemci ile gerçekleştirilmiş bir "örneksel-sayısal dönüştürücü" dizgesi anlatılmakta, yazılım ve donanım özellikleri ayrıntılı olarak verilmektedir.

## SUMMARY

An "analogue - to digital conversion" system developed using the chips of a microprocessor family is described and the details of both the hardware and software systems are given in this article.

## A. GİRİŞ

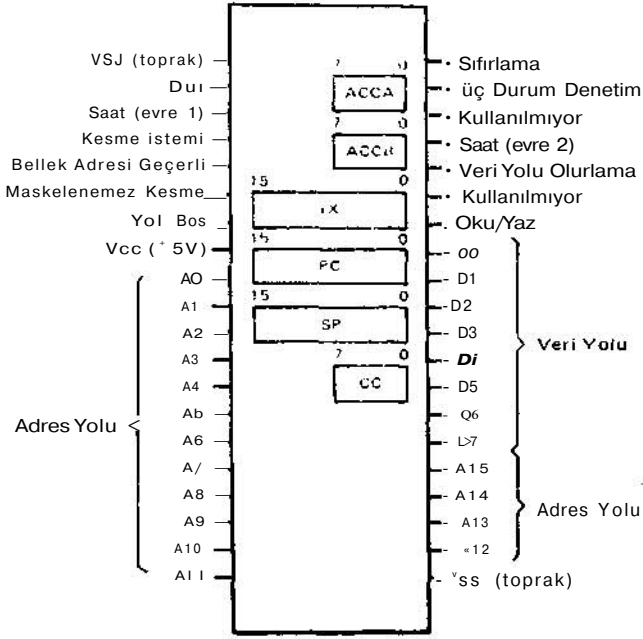
Mikroişlemcili birimler endüstrideki süreç denetim ortamlarında giderek artan oranda sayısal ve örneksel (*analogue*) devrelerin yerini almaktadır. Mikroişlemciler verilerin derlenmesi, vanaların, motorların, rölelerin denetimi ve genel olarak bütün bir süreç denetim dizgesinin çalıştırılmasında yeni ve uygun yöntemlerin uygulanmasını sağlamaktadırlar. Ancak denetimi işleminde çeşitli hesaplamalar için kullanılan örneksel giriş diğerleri "Merkezi İşlem Birimi" (MİB)ne sayısal değerler olarak verilmelidir. Bu amaçla herhangi bir duyardan (basınç duyardığı, termistor v.b.) gelen örneksel (*analogue*) veri bir örneksel • Sayısal Dönüştürücü - ÖSD - (*Analog to Digital Converter* • ADC) ile sayısal değerlere çevrilir.

Çeşitli örneksel - Sayısal Dönüştürücü (ÖSD) dizgelerinin ortak özelliği dizgenin bir örneksel bir de sayısal alt-dizgeden oluşmasıdır, örneksel ve sayısal devreler mikroişlemcili dizgeye dıştan bağlanabileceği gibi Merkezi İşlem Birimi (MİB) için hazırlanan yazılım (program)ın biraz genişletilmesi ile sadece örneksel kısmın bağlanması yeterli olabilir, sayısal altdizgenin işlevleri MİB ile gerçekleştirilebilir. Böylece MİB hem örneksel işareti (gerilimi) sayıya çevirir, hem de çıkan sayılar üzerinde değişik işlemler yapar. Bundan başka MİB birden fazla ÖSD'yi zaman paylaşımı olarak da denetleyebilir. Bu yazıda M6800 mikroişlemci ailesinden olan yongalarla gerçekleştirilmiş ve Ardarda Yaklaşım (*Successive Approximation*) yöntemini kullanan bir ÖSD anlatılmaktadır.

---

İrfan Onay, ANAEM

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ 258



Şekil 1. MİB bacaklarının işlevleri.

#### A.1. M6800 Ailesinden Bu Dizgede Kullanılan Yongalar:

##### A.1.1. Merkezi İşlem Birimi (MİB):

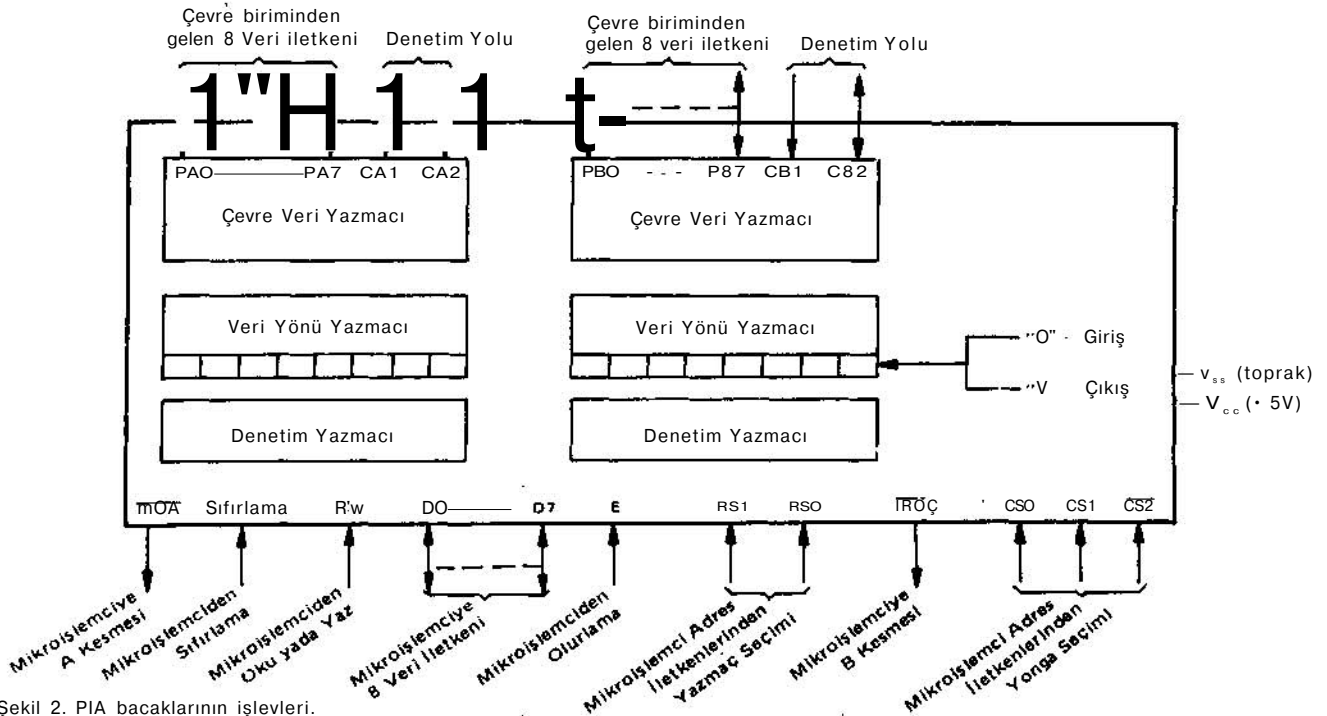
M6800 Mikroişlemcisi 16 bit genişliğinde adres 8 bit genişliğinde veri yolu kullanır. 16 bit adres hattı ile  $2^{16} = 65,536$  sözcüklü bir bellek adreslenebilir. Bu adreslerden bazıları "Salt Oku Bellek" - SOB (**Read Only Memory** •

liOM)\*Yir.Ok» Bellek" YOB (RAM) gibi bilgi saklama birimlerine ait olabildiği gibi bazıları ria değişik arabirim (interfccc) eler anlarına ulaşmakta kullanılır. MİBde 8 lit'lik iki birikeç (accumuktor A,B), 16 bit program sayacı, 16 bit dizin yazmacı (index regisler), 16 bit istif göstergesi (Stack Poinler), 8 bit Durum Bilgisi Yazmacı (Conditior. Code Pegister) vardır (Şekil 1). MİB 6 değişik adresleme türünde 72 komut kullanır.

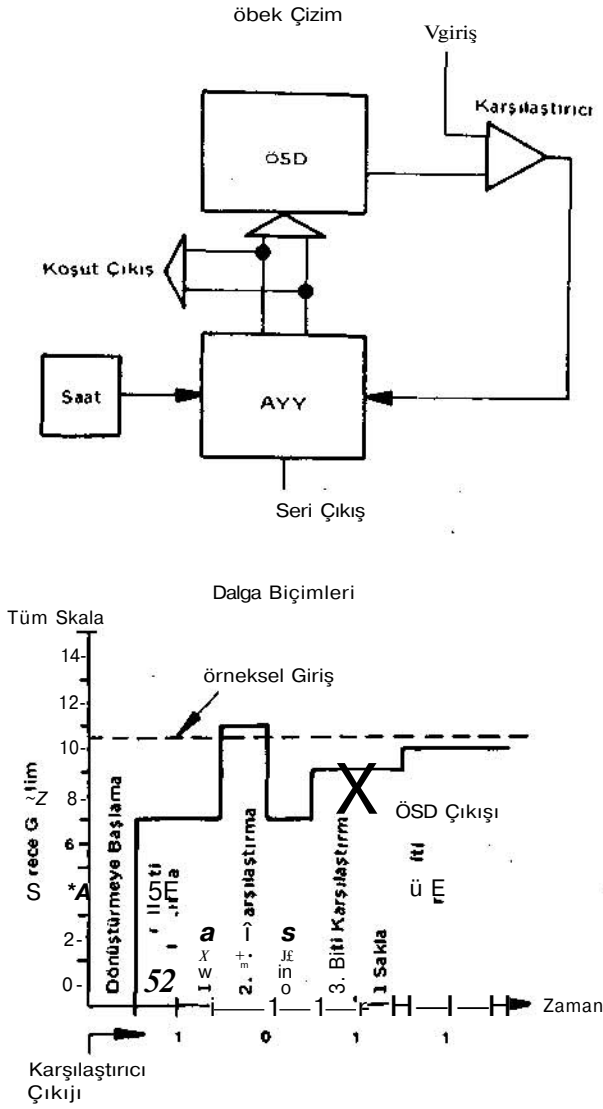
Dizgede kullanılan Yaz Oku Bellek (YOB) durağan (Static) olup 8 bitlik 28 sözcük, Salt Oku Bellek (SOB) ise 8 bitlik 1024 sözcük saklayabilir. MİB ve bellekler tek bir 5 volt güç kaynağı kullanırlar. Adres ve veri yolları ile arabirimi olan PIA (Peripheral Interface Adaptör) TTM (Tranzistor Tranzistor Mantık) uyuşumludur. MİB için sıklığı 100 KHZ ile 1 MHZ arasında olabilen 2 evreli bir saat üretici gerekmektedir.

##### A.1.2. Arabirim (Interface)

Yukarıda adı geçen PIA (Peripheral Interface Adaptör) çevre birimlerindeki (**peripheral**) koşut bilgi MİB'ne ya da MİB'deki bilgileri ise çevre birimlerine MİB ile eşzamanlı olarak aktarmak içki geliştirilmiştir. Bu dizgede PIA, Örnekse/Sayısal Dönüştürücünün (ÖSD) örnekse kısmı ile MİB'nin adres ve veri yolları arasında arabirim (**interface**) olarak kullanılmıştır. PIA birbirinin hemen hemen aynı iki kısımdan (A ve B) oluşmuştur.

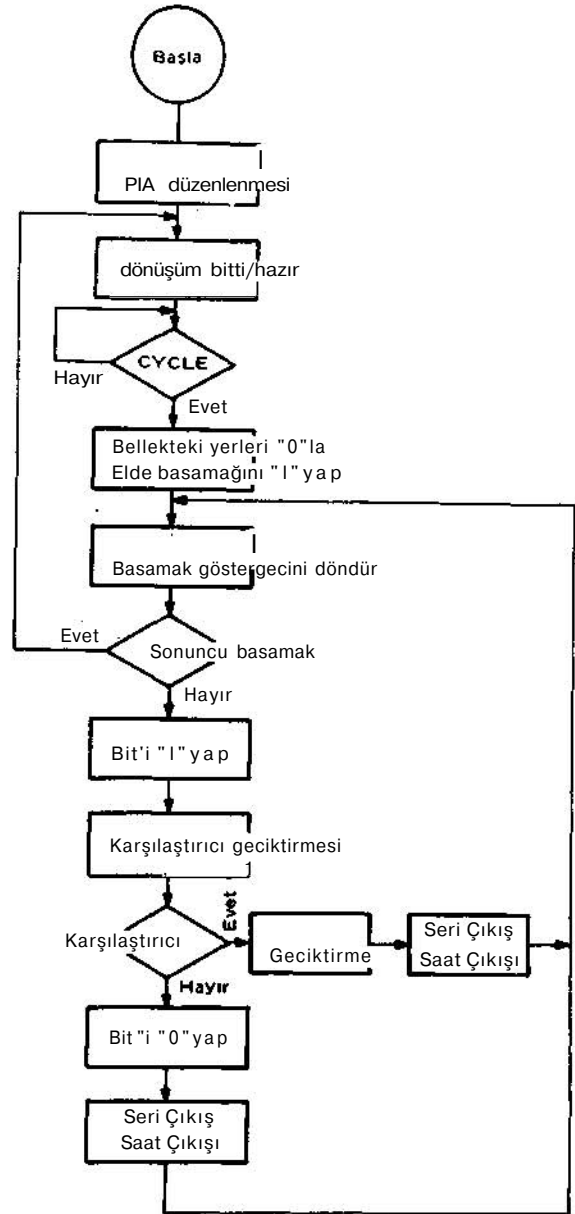


Şekil 2. PIA bacaklarının işlevleri.



Şekil 3. 4 basamak ardarda yaklaşım dönüştürücü

Her kısımda "veri yazmacı", veri uçlarının giriş ya da çıkış olarak tanımlanmasını sağlayan "veri yönü yazmacı" ve veri yollarının "veri yönü yazmacı" ya da "veri yazmacı" tarafından kullanılmasına karar veren "denetim yazmacı" bulunur. Ayrıca her kısımda kesilme (*interrupt*) işlevlerini ve giriş-çıkış eşzamanlamasını sağlayan denetleyen CA(B)1 ve CA(B)2 uçları vardır. Her PIA için bellekte 4 yer ayırmak gerekir iki adrese A ya da B kısmının veri/veri yönü yazmaçlarına diğer ikisi ile de denetim yazmaçlarına ulaşılır. Bu adresler PIA'nın NİB adres yollarına bağlı yonga seçme ve yazmaç seçme yolları ile istenilen yazmacı MİB'den ulaşmayı sağlar. Veri/veri yönü yazmaçları arasındaki seçim denetim yazmacının sondan 3.cü basamağına "0" ya da "1" yazılarak yapılır. ("0" veri yönü yazmacı, "1" veri yazmacı)



Şekil 4. 8. basamak ardarda yaklaşım ÖSD akış çizelgesi

Veri yönü yazmaçlarındaki 8 basamaktan "0" yazdıklarımız aynı sayılı veri yolunu (PA0 - PA7 ve PBO - PB7) giriş, "1" yazdıklarımız ise aynı sayılı yolu çıkış olarak tanımlarlar. Bu tanımlama istenilen herhangi bir bileşimde olabilir. Denetim programının başında giriş çıkış hatları veri yönü yazmacı ile programlandıktan sonra denetim yazmacı giriş çıkış işlemleri için veri yazmacısını seçmekte kullanılır.

Burada verilecek programlar MOTOROLA Çevirici (*assembler*) dilinde yazılmıştır. MİB'nin 16'lık adres 8'lik veri yolu olduğundan 16'lık düzen (*hexadecimal*) sayılar kullanılmıştır. Kaynak programda sayılar ikilik, se-

kizlik, onaltılık ya da onluk düzende verilebilir. (Sayının önündeki % ikilik, @ sekizlik, % onaltılık sayıyı belirtir; işaret yoksa çevirici o sayıyı onluk olarak anlar.)

## B. ARDARDA YAKLAŞIM (Successive Approximation) TEKNİĞİ:

Ardarda Yaklaşım, gerilimleri sayılara dönüştürmede çok kullanılan yöntemlerden biridir. Bu teknikte ornekse gerilim sürekli olarak yaklaşık sayısal dönüşümde elde edilen sayının Sayısal Örneksel Dönüştürücü - SÖD (*Digital to Analog Converter*) ye verilmesi sonucunda elde edilen gerilimle karşılaştırılır. İki gerilimin uyuştuğu andaki sayı giriş geriliminin sayısal karşılığıdır. Şekil 3'te 4 bit'lik bir Ardarda Yaklaşım Dizgesi ve dalga biçimleri görülmektedir.

Burada Sayısal Örneksel Dönüştürücü (SÖD) girişleri bir Ardarda Yaklaşım Yazmacı (AAY) ile denetlenir. SÖD çıkışı bir karşılaştırıcıda (AI) giriş gerilimi  $V_i$  ile karşılaştırılır, ve karşılaştırıcının çıkışı AAY'nı denetler. Dönüşüm başladığında SÖD'ün baştan birinci basamağı AAY tarafından "1" yapılır ve SÖD çıkışı  $V_j$  (girişte olabilecek en yüksek gerilim) gerilimin yarısı kadar olur. Bu çıkış karşılaştırıcıda sayıya çevrilecek giriş gerilimi ile karşılaştırılır ve giriş gerilimi SÖD çıkışından küçükse bu basamak "0"lanır aksi halde "1"de bırakılır. Bundan sonra ikinci basamak "1" yapılır ve SÖD çıkışı tekrar gi-

rişle karşılaştırılarak bu basamağın "1"mi kalacağı yoksa "0"lanacağı belirlenir. Bu işlem SÖD'nin giriş uçları sayısı kadar tekrarlanır (burada 4) ve sayısal çıkış elde edilir. Buyöntemdc her basamağın karşılaştırılmasında dönüşümün bir basamağı belli olduğu için sonda alınacak koşut çıkış yanında bir de seri çıkış alınır.

### B.1.8 Bit Ardarda Yaklaşım Programı:

Bu yazıda anlatılmak istenen asıl dizgenin akış çizelgesi Şekil 4'te, yazılımı Şekil 5'te, donanım çizimi ise Şekil 6'da görülmektedir. Kullanılan MC 1408L-8 Sayısal Örneksel Dönüştürücü (SÖD)nün çıkışı akım emici (*current sink*) türündedir. MC 1741 İşlem yükseltici tampon, MLM 301A yükseltici ise karşılaştırıcı olarak kullanılmıştır. SÖD çıkışı için gerekli akım, tampon yükselticiden R1 ve R2 ile gelen akıma uymazsa SÖD çıkışı artı ya da eksi 0.5 Voltta doyuma gider ve bu karşılaştırma sonucu ilgili basamak "0"lanır ya da "1"de bırakılır. Dizge R1 ile  $V_j = 1$  Volt olarak ayarlanır, R3 ile de sıfır ayarı yapılır.

Şekil 5'te görülen donanım programında PIA'lar için yer ayrıldıktan sonra ilk MİB komutu satır 45'tedir. Program makina koduna çevrilirken bu komut bellekte % 0A00 (onaltılık düzen) a yazılır ve programın başlangıç adresi olur. Görüldüğü gibi bütün program bellekte 106 "byte" (1 byte = 8 bit)lık yer tutmaktadır.

Kaynak programda 45 - 53 cü satırlar arası PIA'ları uy-

Şekil 5. 8 basamak ardarda yaklaşım yazılımı.

Programda kullanılan komutların açıklanması

NAM : Program adlandırma  
ORG : Başlangıç  
RMB : Bellekte yer ayırma  
MON : Terminale dönme  
EOV : Sembolde değer verme  
CLR : Sıfırla

LDA A : A birikeğine yükle  
STA A : A birikeğini bellekte sakla  
AND : Mantıksal "ve" işlemi  
BEO : Sıfır ise program başka dala atlar yoksa devam eder  
SEC : Elde hanesini "1" yap  
ROR : Sağa doğru "1" basamak döndür.

BCS : Elde hanesi "1" ise program başka dala atlar yoksa devam eder.  
NOP : İşlem yok.  
BMI : Eksi ise program yeni dala atlar  
SUB : Çıkarma işlemi  
BRA : Koşulsuz olarak verilen adrese git

```

1  NAM DUA12
2  OPT MEM
3
4  *****
5  *
6  *
7  *
8  *
9  *
10 *****
11 *****
12 *****
13 *****
14 *****
15 *****
16 *****
17 *****
18 *****
19 *****
20 *****
21 *****
22 *****
23 *****
24 *****
25 *****
26 *****
27 *****
28 *****
29 *****
30 *****
31 *****
32 *****
33 *****
34 *****
35 *****
36 *****
37 *****
38 *****
39 *****
40 *****
41 *****
42 *****
43 *****
44 *****
45 *****
46 *****
47 *****
48 *****
49 *****
50 *****
51 *****
52 *****
53 *****
54 *****
55 *****
56 *****
57 *****
58 *****
59 *****
60 *****
61 *****
62 *****
63 *****
64 *****
65 *****
66 *****
67 *****
68 *****
69 *****
70 *****
71 *****
72 *****
73 *****
74 *****
75 *****
76 *****
77 *****
78 *****
79 *****
80 *****
81 *****
82 *****
83 *****
84 *****
85 *****
86 *****
87 *****
88 *****
89 *****
90 *****
91 *****
92 *****
93 *****
94 *****
95 *****
96 *****
97 *****
98 *****
99 *****
100 *****
101 *****
102 *****
103 *****
104 *****
105 *****
106 *****
107 *****
108 *****
109 *****
110 *****
111 *****
112 *****
113 *****
114 *****
115 *****
116 *****
117 *****
118 *****
119 *****
120 *****
121 *****
122 *****
123 *****
124 *****
125 *****
126 *****
127 *****
128 *****
129 *****
130 *****
131 *****
132 *****
133 *****
134 *****
135 *****
136 *****
137 *****
138 *****
139 *****
140 *****
141 *****
142 *****
143 *****
144 *****
145 *****
146 *****
147 *****
148 *****
149 *****
150 *****
151 *****
152 *****
153 *****
154 *****
155 *****
156 *****
157 *****
158 *****
159 *****
160 *****
161 *****
162 *****
163 *****
164 *****
165 *****
166 *****
167 *****
168 *****
169 *****
170 *****
171 *****
172 *****
173 *****
174 *****
175 *****
176 *****
177 *****
178 *****
179 *****
180 *****
181 *****
182 *****
183 *****
184 *****
185 *****
186 *****
187 *****
188 *****
189 *****
190 *****
191 *****
192 *****
193 *****
194 *****
195 *****
196 *****
197 *****
198 *****
199 *****
200 *****
201 *****
202 *****
203 *****
204 *****
205 *****
206 *****
207 *****
208 *****
209 *****
210 *****
211 *****
212 *****
213 *****
214 *****
215 *****
216 *****
217 *****
218 *****
219 *****
220 *****
221 *****
222 *****
223 *****
224 *****
225 *****
226 *****
227 *****
228 *****
229 *****
230 *****
231 *****
232 *****
233 *****
234 *****
235 *****
236 *****
237 *****
238 *****
239 *****
240 *****
241 *****
242 *****
243 *****
244 *****
245 *****
246 *****
247 *****
248 *****
249 *****
250 *****
251 *****
252 *****
253 *****
254 *****
255 *****
256 *****
257 *****
258 *****
259 *****
260 *****
261 *****
262 *****
263 *****
264 *****
265 *****
266 *****
267 *****
268 *****
269 *****
270 *****
271 *****
272 *****
273 *****
274 *****
275 *****
276 *****
277 *****
278 *****
279 *****
280 *****
281 *****
282 *****
283 *****
284 *****
285 *****
286 *****
287 *****
288 *****
289 *****
290 *****
291 *****
292 *****
293 *****
294 *****
295 *****
296 *****
297 *****
298 *****
299 *****
300 *****
301 *****
302 *****
303 *****
304 *****
305 *****
306 *****
307 *****
308 *****
309 *****
310 *****
311 *****
312 *****
313 *****
314 *****
315 *****
316 *****
317 *****
318 *****
319 *****
320 *****
321 *****
322 *****
323 *****
324 *****
325 *****
326 *****
327 *****
328 *****
329 *****
330 *****
331 *****
332 *****
333 *****
334 *****
335 *****
336 *****
337 *****
338 *****
339 *****
340 *****
341 *****
342 *****
343 *****
344 *****
345 *****
346 *****
347 *****
348 *****
349 *****
350 *****
351 *****
352 *****
353 *****
354 *****
355 *****
356 *****
357 *****
358 *****
359 *****
360 *****
361 *****
362 *****
363 *****
364 *****
365 *****
366 *****
367 *****
368 *****
369 *****
370 *****
371 *****
372 *****
373 *****
374 *****
375 *****
376 *****
377 *****
378 *****
379 *****
380 *****
381 *****
382 *****
383 *****
384 *****
385 *****
386 *****
387 *****
388 *****
389 *****
390 *****
391 *****
392 *****
393 *****
394 *****
395 *****
396 *****
397 *****
398 *****
399 *****
400 *****
401 *****
402 *****
403 *****
404 *****
405 *****
406 *****
407 *****
408 *****
409 *****
410 *****
411 *****
412 *****
413 *****
414 *****
415 *****
416 *****
417 *****
418 *****
419 *****
420 *****
421 *****
422 *****
423 *****
424 *****
425 *****
426 *****
427 *****
428 *****
429 *****
430 *****
431 *****
432 *****
433 *****
434 *****
435 *****
436 *****
437 *****
438 *****
439 *****
440 *****
441 *****
442 *****
443 *****
444 *****
445 *****
446 *****
447 *****
448 *****
449 *****
450 *****
451 *****
452 *****
453 *****
454 *****
455 *****
456 *****
457 *****
458 *****
459 *****
460 *****
461 *****
462 *****
463 *****
464 *****
465 *****
466 *****
467 *****
468 *****
469 *****
470 *****
471 *****
472 *****
473 *****
474 *****
475 *****
476 *****
477 *****
478 *****
479 *****
480 *****
481 *****
482 *****
483 *****
484 *****
485 *****
486 *****
487 *****
488 *****
489 *****
490 *****
491 *****
492 *****
493 *****
494 *****
495 *****
496 *****
497 *****
498 *****
499 *****
500 *****
501 *****
502 *****
503 *****
504 *****
505 *****
506 *****
507 *****
508 *****
509 *****
510 *****
511 *****
512 *****
513 *****
514 *****
515 *****
516 *****
517 *****
518 *****
519 *****
520 *****
521 *****
522 *****
523 *****
524 *****
525 *****
526 *****
527 *****
528 *****
529 *****
530 *****
531 *****
532 *****
533 *****
534 *****
535 *****
536 *****
537 *****
538 *****
539 *****
540 *****
541 *****
542 *****
543 *****
544 *****
545 *****
546 *****
547 *****
548 *****
549 *****
550 *****
551 *****
552 *****
553 *****
554 *****
555 *****
556 *****
557 *****
558 *****
559 *****
560 *****
561 *****
562 *****
563 *****
564 *****
565 *****
566 *****
567 *****
568 *****
569 *****
570 *****
571 *****
572 *****
573 *****
574 *****
575 *****
576 *****
577 *****
578 *****
579 *****
580 *****
581 *****
582 *****
583 *****
584 *****
585 *****
586 *****
587 *****
588 *****
589 *****
590 *****
591 *****
592 *****
593 *****
594 *****
595 *****
596 *****
597 *****
598 *****
599 *****
600 *****
601 *****
602 *****
603 *****
604 *****
605 *****
606 *****
607 *****
608 *****
609 *****
610 *****
611 *****
612 *****
613 *****
614 *****
615 *****
616 *****
617 *****
618 *****
619 *****
620 *****
621 *****
622 *****
623 *****
624 *****
625 *****
626 *****
627 *****
628 *****
629 *****
630 *****
631 *****
632 *****
633 *****
634 *****
635 *****
636 *****
637 *****
638 *****
639 *****
640 *****
641 *****
642 *****
643 *****
644 *****
645 *****
646 *****
647 *****
648 *****
649 *****
650 *****
651 *****
652 *****
653 *****
654 *****
655 *****
656 *****
657 *****
658 *****
659 *****
660 *****
661 *****
662 *****
663 *****
664 *****
665 *****
666 *****
667 *****
668 *****
669 *****
670 *****
671 *****
672 *****
673 *****
674 *****
675 *****
676 *****
677 *****
678 *****
679 *****
680 *****
681 *****
682 *****
683 *****
684 *****
685 *****
686 *****
687 *****
688 *****
689 *****
690 *****
691 *****
692 *****
693 *****
694 *****
695 *****
696 *****
697 *****
698 *****
699 *****
700 *****
701 *****
702 *****
703 *****
704 *****
705 *****
706 *****
707 *****
708 *****
709 *****
710 *****
711 *****
712 *****
713 *****
714 *****
715 *****
716 *****
717 *****
718 *****
719 *****
720 *****
721 *****
722 *****
723 *****
724 *****
725 *****
726 *****
727 *****
728 *****
729 *****
730 *****
731 *****
732 *****
733 *****
734 *****
735 *****
736 *****
737 *****
738 *****
739 *****
740 *****
741 *****
742 *****
743 *****
744 *****
745 *****
746 *****
747 *****
748 *****
749 *****
750 *****
751 *****
752 *****
753 *****
754 *****
755 *****
756 *****
757 *****
758 *****
759 *****
760 *****
761 *****
762 *****
763 *****
764 *****
765 *****
766 *****
767 *****
768 *****
769 *****
770 *****
771 *****
772 *****
773 *****
774 *****
775 *****
776 *****
777 *****
778 *****
779 *****
780 *****
781 *****
782 *****
783 *****
784 *****
785 *****
786 *****
787 *****
788 *****
789 *****
790 *****
791 *****
792 *****
793 *****
794 *****
795 *****
796 *****
797 *****
798 *****
799 *****
800 *****
801 *****
802 *****
803 *****
804 *****
805 *****
806 *****
807 *****
808 *****
809 *****
810 *****
811 *****
812 *****
813 *****
814 *****
815 *****
816 *****
817 *****
818 *****
819 *****
820 *****
821 *****
822 *****
823 *****
824 *****
825 *****
826 *****
827 *****
828 *****
829 *****
830 *****
831 *****
832 *****
833 *****
834 *****
835 *****
836 *****
837 *****
838 *****
839 *****
840 *****
841 *****
842 *****
843 *****
844 *****
845 *****
846 *****
847 *****
848 *****
849 *****
850 *****
851 *****
852 *****
853 *****
854 *****
855 *****
856 *****
857 *****
858 *****
859 *****
860 *****
861 *****
862 *****
863 *****
864 *****
865 *****
866 *****
867 *****
868 *****
869 *****
870 *****
871 *****
872 *****
873 *****
874 *****
875 *****
876 *****
877 *****
878 *****
879 *****
880 *****
881 *****
882 *****
883 *****
884 *****
885 *****
886 *****
887 *****
888 *****
889 *****
890 *****
891 *****
892 *****
893 *****
894 *****
895 *****
896 *****
897 *****
898 *****
899 *****
900 *****
901 *****
902 *****
903 *****
904 *****
905 *****
906 *****
907 *****
908 *****
909 *****
910 *****
911 *****
912 *****
913 *****
914 *****
915 *****
916 *****
917 *****
918 *****
919 *****
920 *****
921 *****
922 *****
923 *****
924 *****
925 *****
926 *****
927 *****
928 *****
929 *****
930 *****
931 *****
932 *****
933 *****
934 *****
935 *****
936 *****
937 *****
938 *****
939 *****
940 *****
941 *****
942 *****
943 *****
944 *****
945 *****
946 *****
947 *****
948 *****
949 *****
950 *****
951 *****
952 *****
953 *****
954 *****
955 *****
956 *****
957 *****
958 *****
959 *****
960 *****
961 *****
962 *****
963 *****
964 *****
965 *****
966 *****
967 *****
968 *****
969 *****
970 *****
971 *****
972 *****
973 *****
974 *****
975 *****
976 *****
977 *****
978 *****
979 *****
980 *****
981 *****
982 *****
983 *****
984 *****
985 *****
986 *****
987 *****
988 *****
989 *****
990 *****
991 *****
992 *****
993 *****
994 *****
995 *****
996 *****
997 *****
998 *****
999 *****
1000 *****

```

9  
12 ORF \*\*A90 PASIATOI C APRESI  
S!  
9

# IH

12 ORF \*\*A90 PASIATOI C APRESI  
S!  
9  
17 CLR PIAIAC  
17 LPA A I=7C  
10 STI A PIAJRD  
17 LEA J I=FF  
57 ETA J PIA1AD A TPAFT, HEPST IJKT  
51 LDA A t104  
52 STA A PIAIAC  
11 CTA A PIMSC  
14  
35 RSTART LDA A <#10  
34 STA A PIAIBO pmmim P1TT1 » 1 YAP.  
37 t  
38 t  
39 t  
40 t  
41 t  
42 t

16X CYCLE LDA a PIAIBO  
44 At» A HPJ  
IZ rto CYCLE

47 t  
S» \*  
40 \*  
41 \*  
44 AND \* \*402  
IS BCO CYCLE  
E1»  
«7» «E  
13 CLR PIAIAB  
17 CLR TOINTR  
73 CLR PIAIBD DOKUSUN »ITTI -O YAP.  
74 CEC  
73 »  
74 \*  
75 \*  
76 \*

77 CONVRT ROP POTNTR  
S4 BCS ROTART  
C1 LDA A P10I/M1 \*TP. OHCBU HM-ISA CTKISI OKI  
91 «»I A POINTP. VENT SAITRAI »TRISI YAY  
87 Et A A PIAIA» t=TARSII AHITTOT! TCTN  
88 \*  
87 NOP  
88 »UP  
B? NOP  
»O NOP  
71 LDA A PIAIUS KAPUN.ASTTRPT TITSTI  
93 JN» YES  
MI KAPKI AUT,TVH- I»I»»»»»»»»» W  
87 LEA A PIAIA»  
71 IUE A POINTS  
97 LEH D »t»  
9B ETL B P1.11B»  
» CLR IT  
100 CTA B PIAIBD  
104 2RA CND  
102 t  
103 t

\*  
101 YES LDA A PIAIA»  
101 NOP  
111 HOP  
107 NOT J  
106 LDS s 1-SS  
109 ST» A PIAIIB  
112 LDA P 1-SS  
111 STI 5 PIAITO  
112 \*  
113 CH» - 2T» A PIAIA»  
114 S»» A AKI  
115 DR» COMERT  
114 t  
117 t  
118 t  
119 t  
120 t  
HLI T  
IX! KON

101 YES LDA A PIAIA»  
101 NOP  
111 HOP  
107 NOT J  
106 LDS s 1-SS  
109 ST» A PIAIIB  
112 LDA P 1-SS  
111 STI 5 PIAITO  
112 \*  
113 CH» - 2T» A PIAIA»  
114 S»» A AKI  
115 DR» COMERT  
114 t  
117 t  
118 t  
119 t  
120 t  
HLI T  
IX! KON

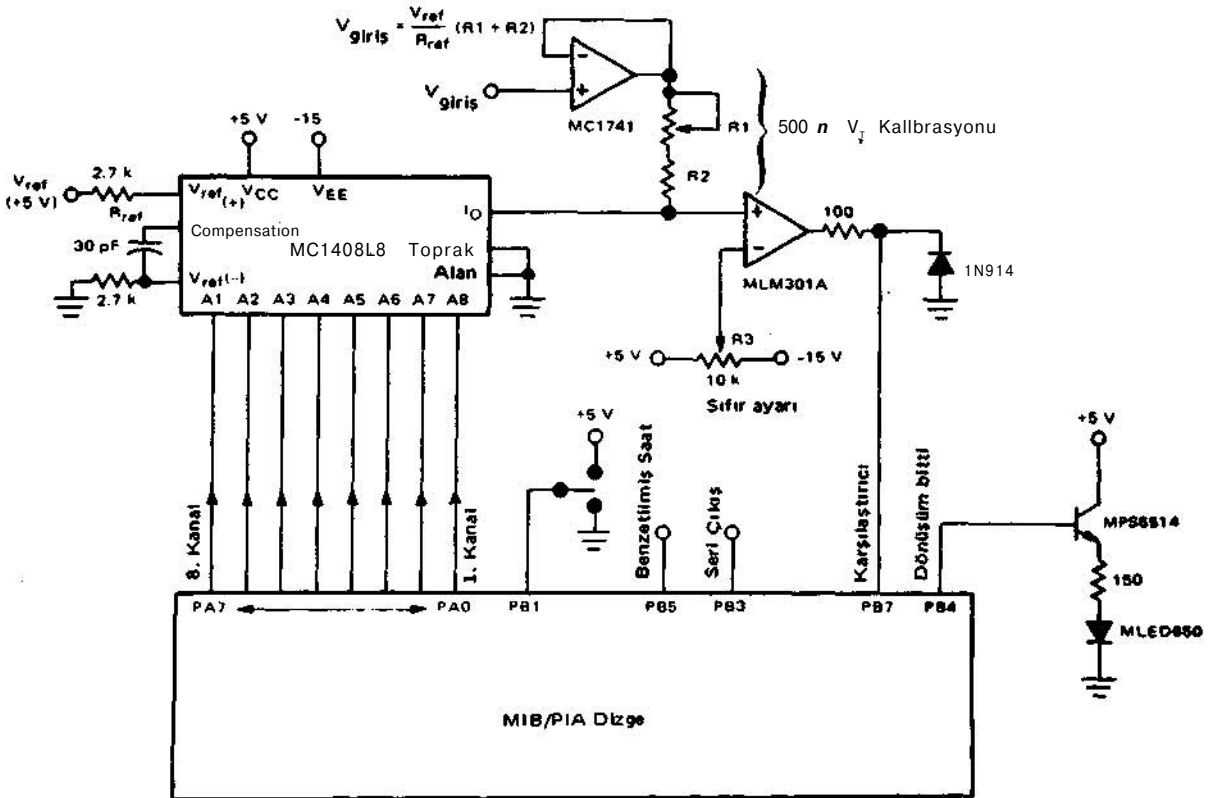
1 MAN'DUAIZ  
3 OPT NEH  
3 t  
4 \*\*\*\*\*M\*\*\*\*\*<M>\*\*\*\*\*<  
S<  
\* »lf(»ASAHAK>,AIl11A\*M YAKI ASTB MS PROOPAH1  
7 \*  
\* \*  
10 \*  
11 ORG O  
12 ANS RKB 1  
13 PCIMPP R«B 1 BEI LPETE »POTNTR» OFOTOK» ""T» YEP  
14 \* AYTPHA  
15 \*  
16 \*  
17 TOG 4(»» PTA BEI I FK »nwirpt rDT  
18 IIRIAD RMI» A TAP»rT. »TPT YA'HAR1  
19 PIAIAC PMP I A TAP»F. HFW»TM YA'MAPT  
20 PIS»M RHP 1 R TAPAFT. VFR» V»MAC-T

21 ^MSC RHB | P TIPAFT. PRNETM |>"A" T  
27 \* Pt"AT> ^OTIYF- ^AYM rTf" H; T" TN  
P" A1" T" nen >> CMFIFH T" "N  
K" ! ?>" Tppp.  
9  
71 \*  
72 \*  
73 \*  
74 \*  
75 \*  
76 \*  
77 \*  
78 \*  
79 \*  
80 \*  
81 \*  
82 \*  
83 \*  
84 \*  
85 \*  
86 \*  
87 \*  
88 \*  
89 \*  
90 \*  
91 \*  
92 \*  
93 \*  
94 \*  
95 \*  
96 \*  
97 \*  
98 \*  
99 \*  
100 \*  
101 \*  
102 \*  
103 \*  
104 \*  
105 \*  
106 \*  
107 \*  
108 \*  
109 \*  
110 \*  
111 \*  
112 \*  
113 \*  
114 \*  
115 \*  
116 \*  
117 \*  
118 \*  
119 \*  
120 \*  
121 \*  
122 \*  
123 \*  
124 \*  
125 \*  
126 \*  
127 \*  
128 \*  
129 \*  
130 \*  
131 \*  
132 \*  
133 \*  
134 \*  
135 \*  
136 \*  
137 \*  
138 \*  
139 \*  
140 \*  
141 \*  
142 \*  
143 \*  
144 \*  
145 \*  
146 \*  
147 \*  
148 \*  
149 \*  
150 \*  
151 \*  
152 \*  
153 \*  
154 \*  
155 \*  
156 \*  
157 \*  
158 \*  
159 \*  
160 \*  
161 \*  
162 \*  
163 \*  
164 \*  
165 \*  
166 \*  
167 \*  
168 \*  
169 \*  
170 \*  
171 \*  
172 \*  
173 \*  
174 \*  
175 \*  
176 \*  
177 \*  
178 \*  
179 \*  
180 \*  
181 \*  
182 \*  
183 \*  
184 \*  
185 \*  
186 \*  
187 \*  
188 \*  
189 \*  
190 \*  
191 \*  
192 \*  
193 \*  
194 \*  
195 \*  
196 \*  
197 \*  
198 \*  
199 \*  
200 \*

gun giriş-çıkış için düzenler. Şekil 5'in 28-33.cü satırlarında PIA'ların düzenlenmesi açıklanmıştır. PIA'nın B tarafı çeşitli denetim işlevleri, A tarafı ise SÖD'ye gerekli 8 basamak çıkış için kullanılmıştır. 51-52-53.cü satırlarda PIA denetim yazmacının 3.cü basamağı "1" yapılarak gerçek örneksel Sayısal Dönüşüm için veri yazmacına ulaşılmıştır. 55-56.cü satırlar "dönüşüm bitti bayrağını" "1" yapar ve Şekil 6'daki IYD (Işık Yayan Diyod) u yakar. Program daha sonra 63-65.cü satırlarda girdiği döngü içinde "CYCLE" girişi "1" olana kadar MİB'nin beklemesini sağlar. (Program daha büyük bir denetim programının altyordamı ise böyle bir döngüye gerek yoktur. Bu durumda Ö/S dönüşüm gerektiğinde program bu altyordama gider ve sayısal sonuçlar döner.) 68 ve 69.cü satırlarda PIA'nın A tarafı ve bir iç değişken (POINTR) sıfırlanır. Bu değişken sınanmakta olan SÖD basamağını gösterir. Bundan sonra "dönüşüm bitti bayrağı" sıfırlanarak bir Ö/S dönüşümün sürmekte olduğu bildirilir (safir 73). 74.cü satırda durum kodu yazmacının elde basamağı "1" yapılır. Bu "V · POINTR" değişkeninde döndürülerek 8 basamaklık ÖSD'ün her basamağının bulunması sağlanır. 8 basamağın da bittiği 80.cü satırda denetlenir; dönüşüm sürüyor ise bir önceki sayısal çıkış "A" işlem yazmacına alınır, bir sonraki SÖD basamağı "1" yapılarak V ile karşılaştırılacak yeni SÖD çıkışı bulunur (81 - 82 & 83.cü satırlar). 87-90 satırları arasındaki NOP (*no-operation - işlem yok*) komutları SÖD ve

karşılaştırmaya kararlı bir duruma gelmeleri için uygun bir gecikme (8 mikrosaniye) sağlamak için konmuştur. Karşılaştırma 91. ve 92. satırlarda yapılır. Karşılaştırıcı çıkışı yüksekse programın "YES" döngüsü işlenir. Bu durumda denenen basamak "1" kalacağı için seri çıkış "1" yapılır (bir de seri çıkışın hangi anlarda geçerli olduğunu gösteren saat darbesi [ SC -+ *Simuhted Clock*] üretilir.) Karşılaştırmanın çıkışı düşük ise 95'ten 101'e kadar olan satırlar işlenerek denenen basamak "0"lanır ve seri çıkış olarak "0" (eşzamanlı olarak da saat darbesi) üretilir. "YES" döngüsündeki 3 NOP komutu karşılaştırıcı çıkışının yüksek ve alçak durumlarında işlenecek iki program dalının eşit zaman almasını sağlamaktır, iki daldan birinin işlenmesinden sonra program 113.cü satıra gelir, burada yeni sayısal değeri tutan "A" birikeci "PIA1 AD" adresine ve YOB (Yaz Oku Bellek)teki "ANS" adresine yazılır. Daha sonra bir sonraki basamağın denemesi için program 79.cü satıra (CONVRT) atlar. Bütün 8 basamak tamamlandığında elimizde V<sub>g</sub> geriliminin sayısal karşılığı vardır ve program yeni bir dönüşüm için 55.cü satıra gider (RSTART), dönüşüm bitti bayrağı "1" yapılır ve MİB, PIAID'den gelecek "CYCLE" komutunu beklemeye başlar.

Bu dizgede 1 MHz saat üretici ile 8 basamak dönüşüm 700 mikrosaniye sürer.



Şekil 6. 8 basamak SÖD donanımı..