

УДК 663.551

## ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРОДНЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ И ТОКА ПОЛЯРИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦАП, ПОДКЛЮЧЕННОГО К ПАРАЛЛЕЛЬНОМУ ПОРТУ КОМПЬЮТЕРА

© И.И. Горелкин, С.И. Горелкин

Gorelkin I.I., Gorelkin S.I. DAC-based simple device for measuring the electrode potential and polarization current in electrochemical investigations. The operation of the device is based on the comparison of the measured potential with a reference voltage formed by a 12-bit DAC driven by the suggested program.

Современная электронно-вычислительная техника позволяет полностью автоматизировать процессы, связанные с измерением электрических параметров. В частности, при исследовании электродных процессов распространенным методом является измерение зависимости потенциала исследуемого электрода от величины тока поляризации. Для преобразования измеряемых параметров в цифровой сигнал необходимы аналого-цифровые преобразователи (АЦП), которые по стоимости зачастую недоступны для учебных заведений. В связи с этим нами разработано простое и недорогое устройство, а также составлена компьютерная программа, позволяющие задавать любой разумный режим измерения электродных потенциалов и поляризующего тока. Устройство работает на основе простой по эксплуатационным характеристикам микросхемы AD7390, представляющей собой 12-разрядный цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) с монополярным экономичным питанием (рис. 1).



Рис. 1. Схема подсоединения AD7390 к порту LPT

В процессе измерения на выходе AD7390 (ножка 6) программно формируется эталонное напряжение  $U_{ст}$ , которое на компараторах D3 и D4 (рис. 2) сравнивается с измеряемым  $U_{изм}$ . Если  $U_{ст} > U_{изм}$ , то с выхода компаратора на один из пяти информационных входов порта LPT подается логическая единица, в противном случае – логический ноль.

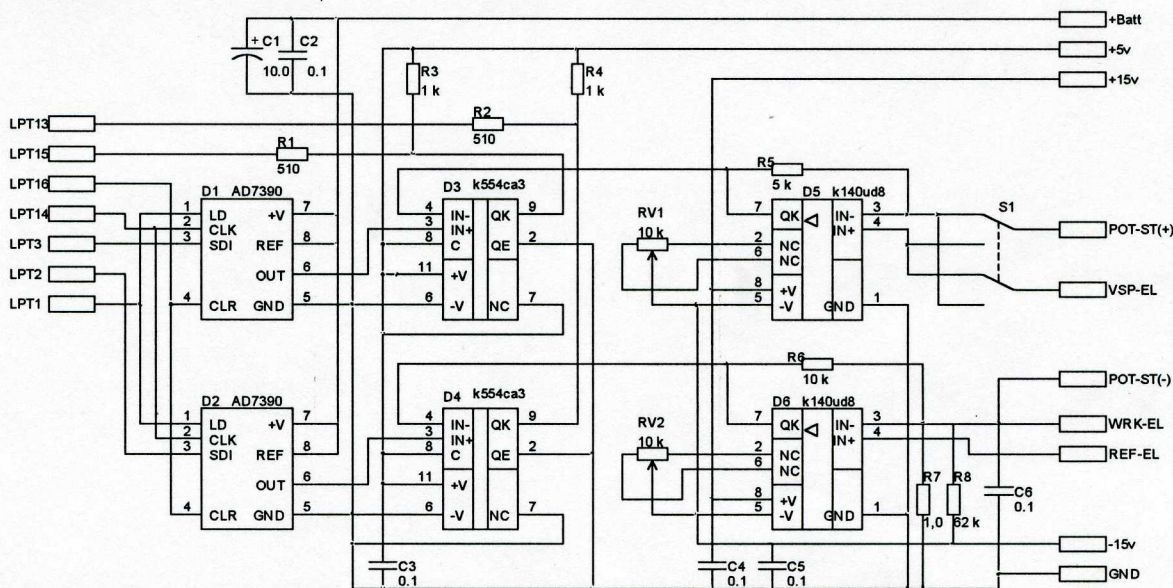


Рис. 2. Схема прибора для измерения потенциала и тока поляризации



На рис. 3 представлена блок-схема алгоритма процедуры измерения, а на рис. 4 – фрагмент программы, реализующей данный алгоритм по каналу потенциалов. По каналу тока данная программа повторяется с тем различием, что в команде 22 вместо числа 1 следует использовать бинарные числа 10b, 100b и т. п. в соответствии с номером того контакта разъема LPT, который соединен с микросхемой D1. В команде 39 число 16 (10000b) также меняется на 8 (1000b).

Переменные  $ta$ ,  $m$  и  $te$  принимают значения соответственно текущих начала, середины и конца интервала сравнения;  $s$  – счетчик цикла,  $sum$  – сумматор. В программе предполагается, что считывание информации происходит с разъема 15 порта LPT (бит 3 информационного порта 379 или ему подобного).

Операционные усилители D5 и D6 как по каналу потенциалов, так и по каналу тока обеспечивают высокое входное сопротивление схемы (порядка  $10^{10}$  ом). D6 одновременно преобразует интервал измеряемых напряжений из  $(-2 \div +2$  В) в интервал  $(0 \div +4$  В).

Время, затрачиваемое на единичное измерение, в основном лимитируется скоростью переключения компаратора, в связи с чем в программе необходима задержка перед считыванием информационного входа (команды 34–36).

Единичное измерение на компьютере с тактовой частотой 830 МГц происходит за ~5 мс. Так как для поддержания состояния электрода близким к равновесному требуется медленное изменение его потенциала (обычно используемая скорость развертки составляет величину порядка 10–15 мВ/мин), мы не стремились обеспечить максимальное быстродействие АЦП. Время переключения используемых нами компараторов

K554CA3 составляет 0,3 мкс. При необходимости увеличить быстродействие достаточно заменить D3 и D4 на микросхемы другого типа и уменьшить соответствующую задержку в программе до минимальной величины, обеспечивающей безошибочность считывания.

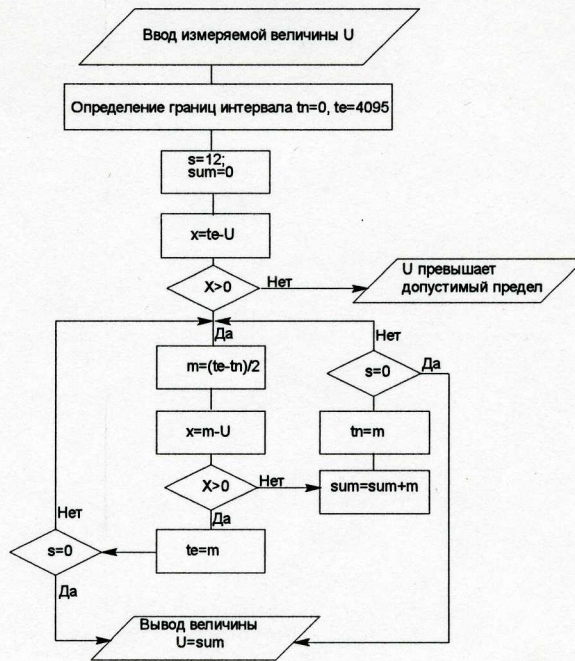


Рис. 3. Алгоритм измерения величины  $U$  путем сравнения с эталонной величиной

```

var tn,te,m,sum,s:integer;
asm
1. mov sum, 0
2. mov te, 4095
3. mov tn, 0
4. mov s, 12
5. @ 4:
6. mov eax, tn
7. add eax, te
8. shr eax, 1
9. mov m, eax
10. push ebx
11. mov edx, $37A
12. mov ebx, eax
13. shl ebx, 20
14. in al, dx
15. and al, 11111100b
16. out dx, al
17. mov ecx, 12
18. @ 1:
19. mov edx, $378
20. mov eax, ebx
21. rol eax, 1
22. and eax, 1
23. out dx, al
24. shl ebx, 1
25. mov edx, $37A
26. mov eax, 110b
27. out dx, al
28. mov eax, 100b
29. out dx, al
30. loop @ 1
31. mov eax, 101b
32. out dx, al
33. pop ebx
34. mov ecx, 3000
35. @ 5: nop
36. loop @ 5
37. mov edx, $379
38. in al, dx
39. and al, 16
40. jz @ 2
41. mov eax, m
42. sub eax, tn
43. add sum, eax
44. mov eax, m
45. mov tn, eax
46. sub s, 1
47. jz @ 3
48. jmp @ 4
49. @ 2:
50. mov eax, m
51. mov te, eax
52. sub s, 1
53. jz @ 3
54. jmp @ 4
55. @ 3:
56. mov eax, sum
57. end;
    
```

Рис. 4. Программа для измерения потенциала и тока поляризации с помощью ЦАП и компаратора, присоединенных к LPT-порту компьютера

Поступила в редакцию 14 января 2003 г.