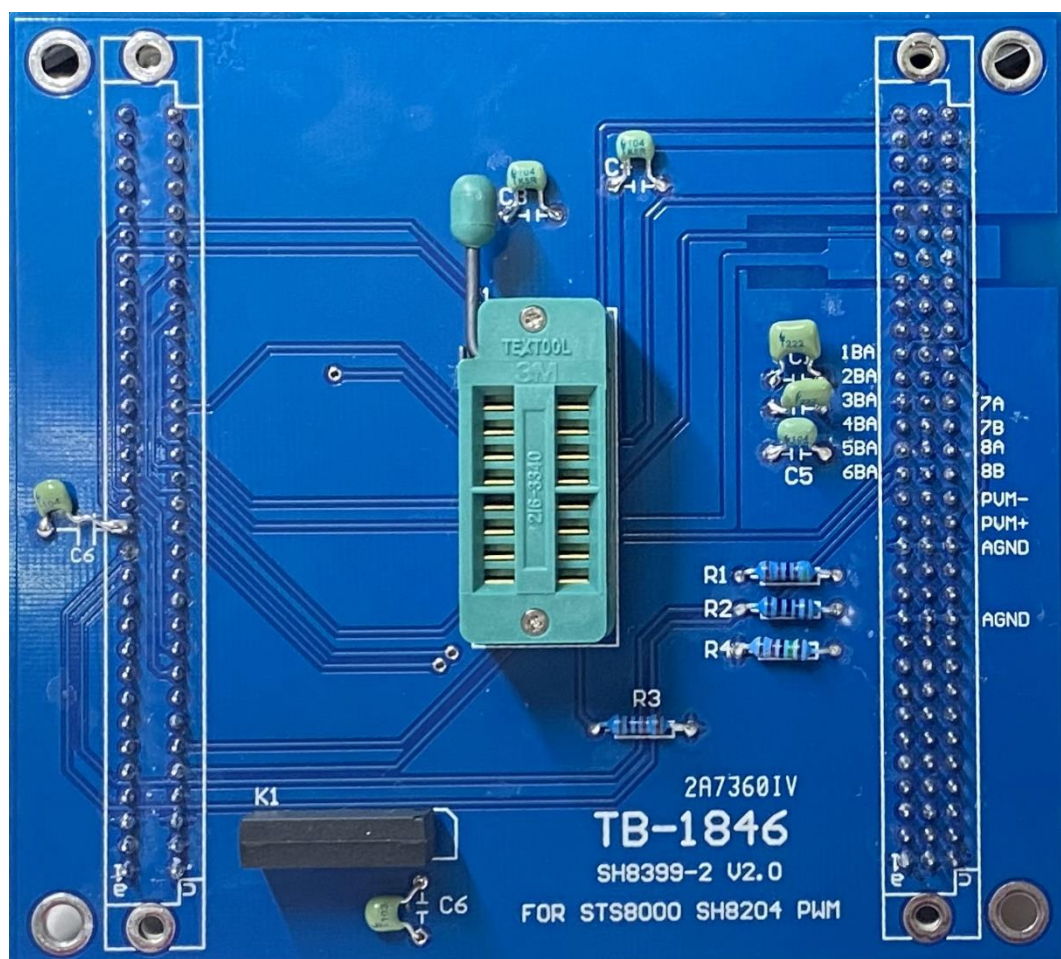


测试脉宽调制器的输出需要哪些“工具”？

由于上一期最后的内容比较受欢迎，我们本期先罗列几个常见的脉宽调制器和适配器，如上一期的 UC1846：



TI 手册中 UC1846 和 UC1847 输出反向，两个品种可以使用相同适配器测试，但程序不同，UC2846、UC3846 温度不同，参数相同，可以直接测试。

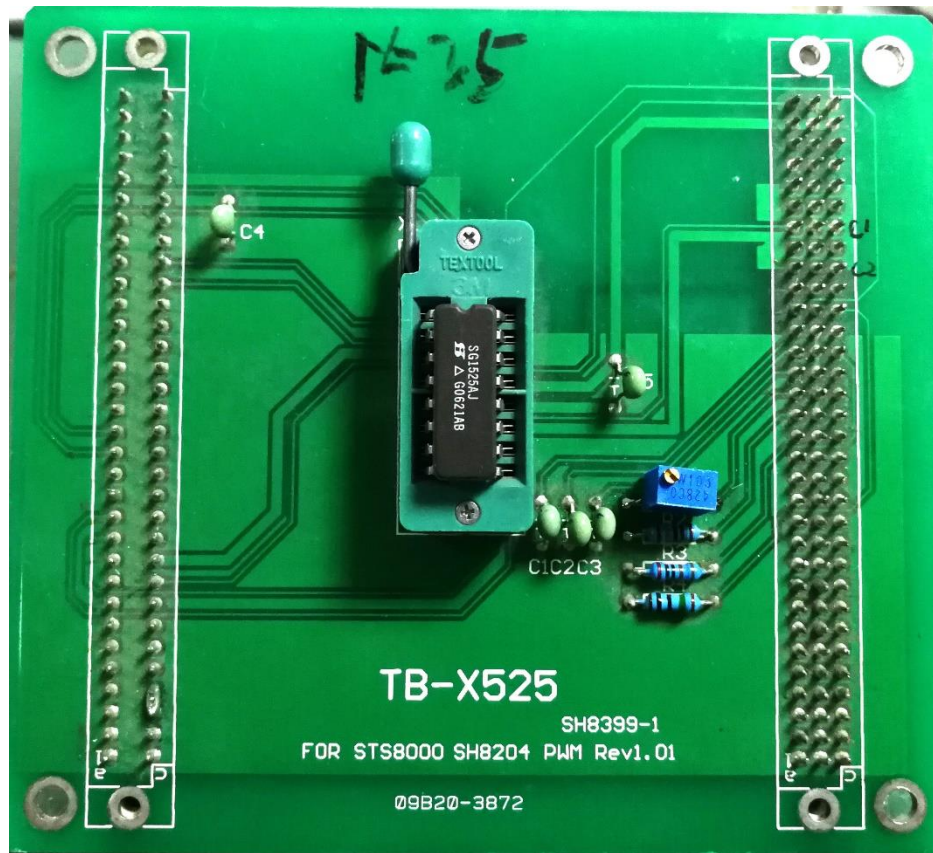
这里插播一句：

测试设备是不知道器件的温度的，它只会按照程序执行测试操作，因此如果某参数常温测试合格，低温或者高温测试出现了失效，那么极有可能是器件在不同温度下出现了变化而导致的。

这种变化需要测试工程师具体分析原因，不能直接认定器件失效。器件测试是设备——程序——器件共同配合的过程，假设某些器件在低温下变得略显“迟钝”，测试设备或者测试程序可能需要增加一些延时“等一等”它。

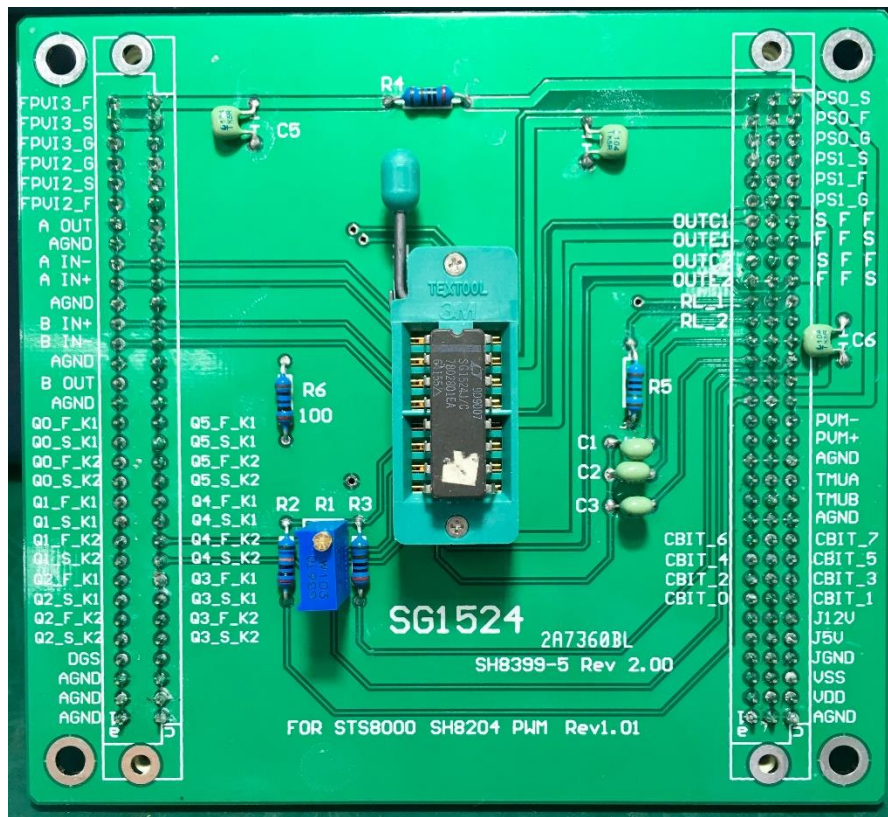
下面列举几个常见的测试品种：

SG1525 适配器及测试数据:



SG1525	PART_ID		Min	Max	1	2	3	4	5
	PASSFG				Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
1	Output Voltage	V	5.000	5.200	5.111	5.110	5.111	5.111	5.111
2	Load Regulation	mV	0.00	50.00	4.98	4.86	5.11	5.05	4.87
3	Line Regulation	mV	0.00	30.00	12.22	12.13	12.16	12.13	12.23
4	Short Circuit Current	mA	-100.00	0.00	-74.50	-74.37	-74.15	-74.03	-73.97
5	Input Offset Voltage	mV	-5.00	5.00	-0.16	-0.16	-0.16	-0.15	-0.15
6	Input Bias Current+	uA	-10.000	10.000	0.608	0.606	0.605	0.604	0.603
7	Input Bias Current-	uA	-10.000	10.000	0.893	0.892	0.890	0.888	0.888
8	Input Bias Current	uA	-10.000	10.000	0.750	0.749	0.747	0.746	0.745
9	Input Offset Current	uA	-1.000	1.000	0.286	0.286	0.285	0.284	0.284
10	Open Loop Gain	dB	60	150	78	78	78	78	78
11	Common Mode Rejection	dB	60	150	86	86	86	86	86
12	Supply Voltage Rejection	dB	60	150	90	90	90	90	90
13	Output High Level	V	3.80		5.73	5.73	5.73	5.73	5.73
14	Output Low Level	V	0.000	0.500	0.028	0.027	0.027	0.027	0.027
15	Initial Accuracy	KHz	37.00	43.00	40.36	40.33	40.35	40.35	40.35
16	Min Frequency	HZ	0.00	150.00	116.74	116.78	116.87	116.92	116.95
17	Max Frequency	KHZ	350.00		448.28	448.15	447.99	447.89	447.83
18	Max Duty Cycle	%	45.00	100.00	48.38	48.39	48.38	48.37	48.37
19	Input Bias Current Comp	uA	0.00	2.00	0.77	0.75	0.75	0.75	0.75
20	Min Duty Cycle	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	Threshold Duty Cycle Max		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	Threshold Duty Cycle Min		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	Sync Threshold	V	1.20	2.80	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
24	Sync Input Current	mA	0.00	2.50	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29
25	Standby Current	mA	0.00	20.00	9.83	9.83	9.83	9.83	9.83
26	Soft Start Current	uA	25.00	80.00	60.45	60.44	60.43	60.42	60.41
27	Soft Start Voltage	V	0.00	0.60	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
28	Shutdown Input Current	mA	0.00	1.00	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38
29	Output High Level A1	V	18.000		18.530	18.531	18.532	18.534	18.535
30	Output Low Level A1	V		0.600	0.113	0.111	0.110	0.113	0.113
31	Output High Level A2	V	17.000		18.414	18.414	18.416	18.417	18.418
32	Output Low Level A2	V		2.200	0.607	0.606	0.606	0.603	0.604
33	Output High Level B1	V	18.000		18.534	18.535	18.536	18.538	18.539
34	Output Low Level B1	V		0.600	0.113	0.112	0.112	0.112	0.112
35	Output High Level B2	V	18.000		18.414	18.415	18.415	18.416	18.416
36	Output Low Level B2	V		2.200	0.613	0.613	0.612	0.613	0.613
37	Rise Time	ns	0.00	600.00	84.92	84.18	83.60	84.84	85.51
38	Fall Time	ns	0.00	300.00	54.52	56.32	56.72	56.61	56.53

SG1524 适配器及测试数据:

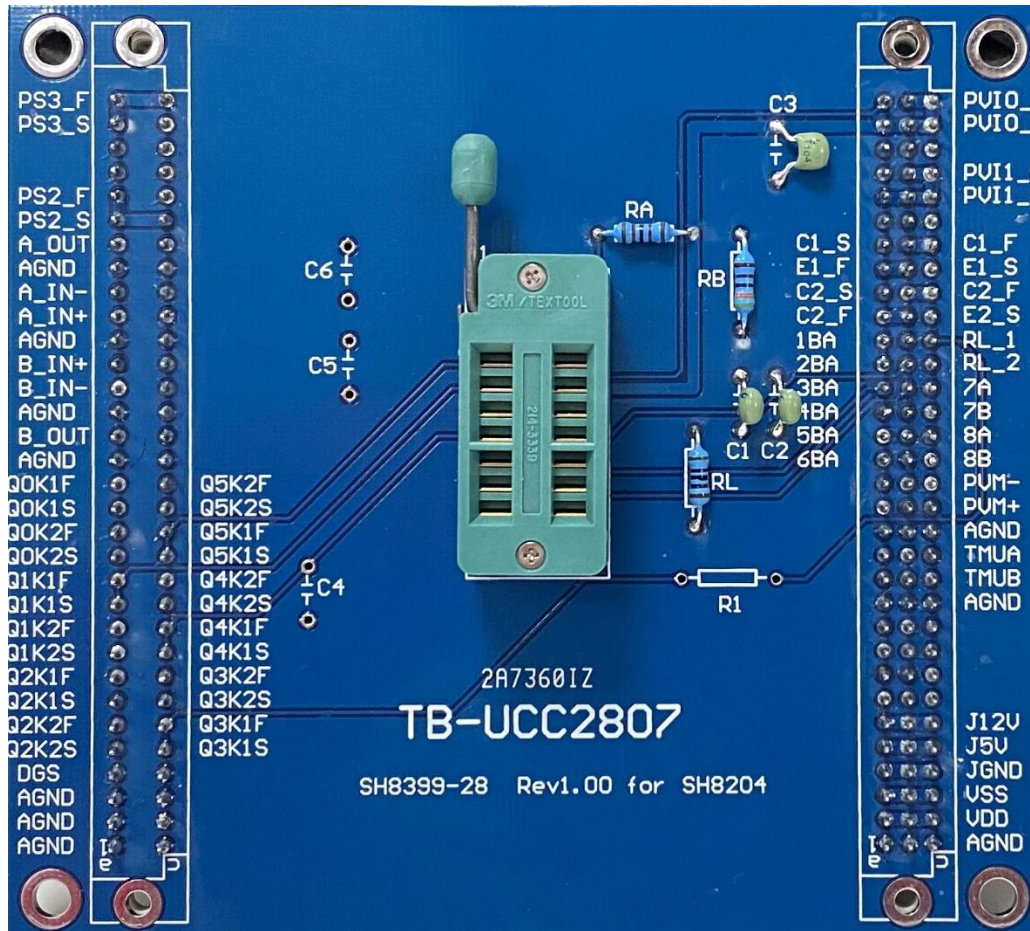


SG1524	PART_ID		Min	Max	1	2	3	4	5
	PASSFG				Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
1	Vref	V	4.800	5.200	4.974	4.974	4.974	4.974	4.974
2	Sv	mV	0.000	20.000	10.241	10.241	10.225	10.287	10.217
3	Si	mV	0.0	50.0	6.2	6.2	6.3	6.2	6.2
4	Io	mA	0.0	200.0	86.1	85.7	85.6	85.5	85.4
5	Icc	mA	0.00	10.00	4.66	4.66	4.66	4.65	4.66
6	Vos	mV	-5.00	5.00	-1.75	-1.74	-1.74	-1.74	-1.74
7	Ib+	uA	-10.000	10.000	1.871	1.862	1.860	1.857	1.856
8	Ib-	uA	-10.000	10.000	1.757	1.749	1.748	1.746	1.745
9	Ib	uA	-10.000	10.000	1.814	1.806	1.804	1.802	1.801
10	Ios	uA	-10.000	10.000	-0.114	-0.112	-0.112	-0.111	-0.112
11	Avo	dB	72	150	80	80	80	80	80
12	CMRR	dB	60	150	108	109	109	108	108
13	OPVoh	V	3.80	5.00	4.25	4.25	4.25	4.25	4.25
14	OPVol	V	0.000	0.500	0.023	0.024	0.022	0.023	0.023
15	Freq	KHz	40.00	45.00	41.93	41.91	41.91	41.91	41.91
16	Fmin	HZ	0.00	140.00	72.66	72.70	72.70	72.73	72.73
17	Fmax	KHZ	300.00		604.07	603.67	603.46	603.29	603.14
18	Fvs	%	0.000	1.000	0.036	0.029	0.040	0.036	0.034
19	DCmax	%	45.00	100.00	48.29	48.29	48.29	48.29	48.30
20	DCmin	%	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	Vis	mV	180	220	195	195	195	195	195
22	Vsd	V	0.50	1.50	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
23	VceA	V	40.00		43.97	43.96	43.96	43.96	43.96
24	VceB	V	40.00		43.81	43.79	43.79	43.79	43.80
25	Veoa1	V	17.00		19.44	19.44	19.43	19.44	19.44
26	Veob1	V	17.00		19.39	19.39	19.39	19.38	19.39
27	IcosA	uA	0.00	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
28	IcosB	uA	0.00	50.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
29	VcesA1	V	0.00	2.00	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
30	VcesB1	V	0.00	2.00	1.03	1.04	1.04	1.03	1.04
31	Tr	nS	0.00	1000.00	339.25	337.04	338.97	338.47	339.89
32	Tf	nS	0.00	1000.00	48.96	49.18	49.39	49.18	49.38

SG1526 测试数据:

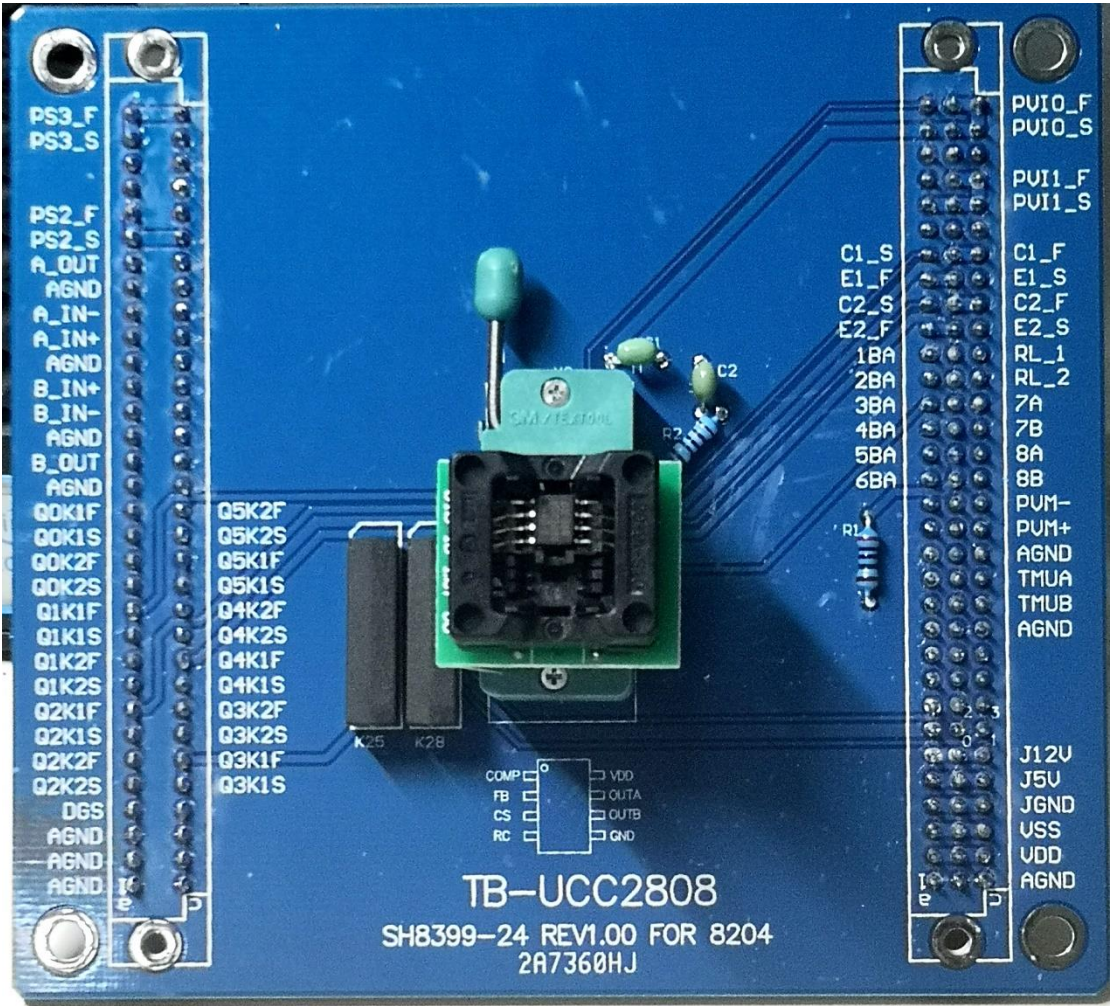
SG1526	PART_ID		Min	Max	1	2	3	4	5
	PASSFG				Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
1	VREF	V	4.95	5.05	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
2	Sv	mV	0.00	20.00	13.41	13.40	13.49	13.50	13.42
3	Si	mV	0.00	20.00	6.08	6.05	6.08	6.03	6.02
4	Ios	mA	25.00	100.00	67.62	67.66	67.28	67.10	66.94
5	VR	V	2.40		4.99	4.99	4.99	4.99	4.99
6	VR	V	0.000	0.400	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049
7	Freq	KHz	35.00	45.00	40.69	40.72	40.72	40.75	40.77
8	Sf	%	0.00	1.00	0.18	0.18	0.20	0.20	0.20
9	Fmax	KHz	350.00	1000.00	449.44	449.44	449.44	448.43	448.43
10	Vpink	V		3.500	3.033	3.038	3.035	3.038	3.101
11	Vvalley	V	0.500		0.675	0.702	0.692	0.670	0.670
12	Vio	mV	-5.00	5.00	-0.98	-0.96	-0.93	-0.92	-0.91
13	ib+	uA	-1.000	1.000	-0.283	-0.284	-0.286	-0.286	-0.287
14	ib-	uA	-1.000	1.000	-0.296	-0.297	-0.298	-0.299	-0.300
15	IB	uA	-1.000	1.000	-0.289	-0.291	-0.292	-0.293	-0.294
16	IIO	uA	-0.100	0.100	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013	-0.013
17	AVD	DB	64.0		85.0	85.0	84.9	84.9	84.9
18	VOH	V	3.60		4.22	4.22	4.22	4.22	4.22
19	VOL	V	0.00	0.40	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
20	KCMR	DB	70.0		96.5	96.7	97.0	97.1	96.9
21	KSVR	DB	60.0		122.0	122.8	121.9	123.0	123.0
22	Qmin	%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	Qmax	%	45.00		47.42	47.42	47.43	47.43	47.42
24	shutdownVoh	V	2.40		4.41	4.41	4.41	4.41	4.41
25	shutdownVol	V	0.00	0.40	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
26	shutdownIih	uA	-200.00	0.00	-177.20	-176.77	-176.30	-176.02	-175.80
27	shutdownIil	uA	-360.00	0.00	-310.68	-309.87	-309.09	-308.63	-308.19
28	resetVoh	V	2.40		4.41	4.41	4.40	4.40	4.40
29	resetVol	V	0.00	0.40	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21
30	resetIih	uA	-200.00	0.00	-173.37	-172.90	-172.47	-172.19	-171.94
31	resetIil	uA	-360.00	0.00	-303.07	-302.26	-301.48	-300.99	-300.58
32	syncIih	uA	-200.000		-176.789	-176.323	-175.888	-175.608	-175.359
33	syncIil	uA	-360.000		-309.845	-309.037	-308.260	-307.763	-307.359
34	Vsen	mV	90	110	98	98	98	99	99
35	Isen	uA	-10.00	0.00	-2.14	-2.15	-2.16	-2.16	-2.17
36	Vec	V	0.000	0.400	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
37	Isd	uA	50.00	200.00	143.65	143.75	143.84	143.93	143.96
38	Voh(A-20mA)	V	12.50	15.00	13.54	13.57	13.61	13.59	13.61
39	Vol(A-20mA)	V	0.00	0.30	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05
40	Voh(A-100mA)	V	12.00	15.00	13.43	13.43	13.43	13.43	13.43
41	Vol(A-100mA)	V	0.00	2.00	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
42	Voh(B-20mA)	V	12.50	15.00	13.59	13.59	13.60	13.61	13.61
43	Vol(B-20mA)	V	0.00	0.30	0.08	0.05	0.04	0.05	0.05
44	Voh(B-100mA)	V	12.00	15.00	13.49	13.43	13.43	13.43	13.44
45	Vol(B-100mA)	V	0.00	2.00	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
46	Icc	mA	0.00	50.00	25.16	25.14	25.12	25.10	25.09
47	Iceo	uA	0.00	150.00	53.57	53.06	52.89	52.83	52.58
48	Tr	ns	0.00	600.00	36.59	35.90	36.03	36.03	36.10
49	Tf	ns	0.00	200.00	48.52	47.20	47.10	47.20	47.30

UCC2807 适配器及测试数据:



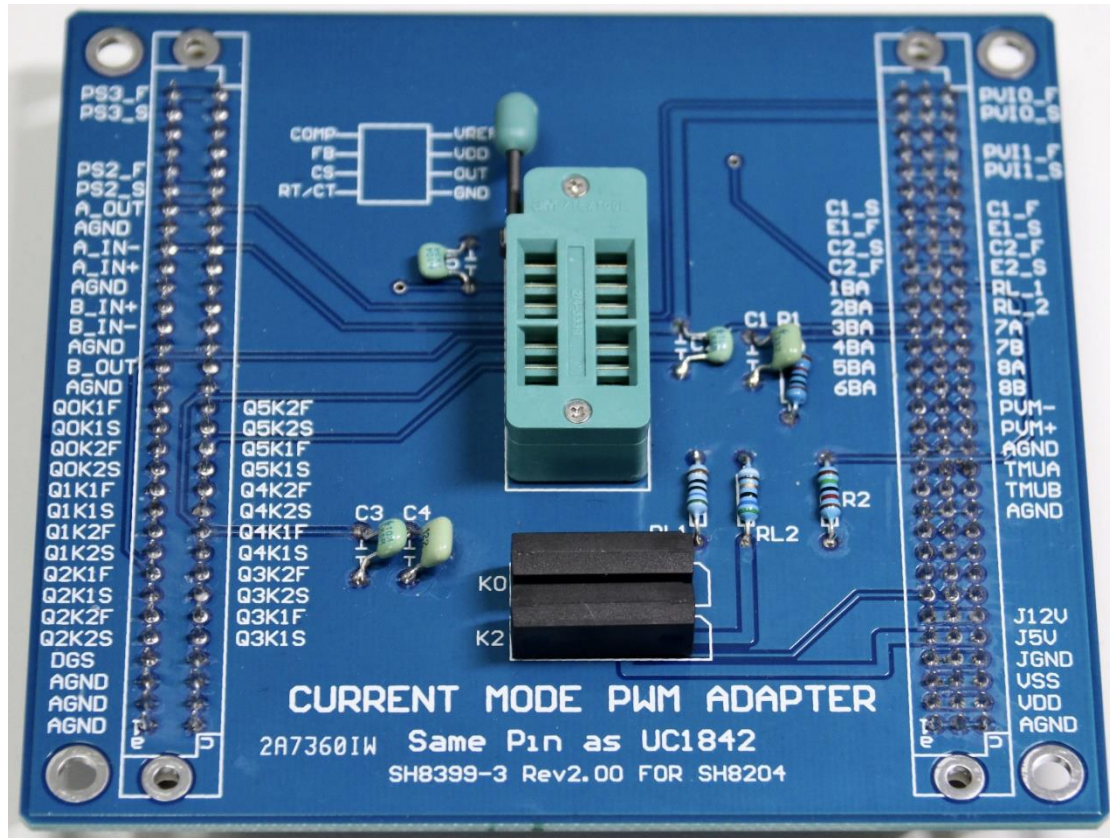
UCC2807D-1	PART_ID		Min	Max	169	170	171	172	173
	PASSFG				Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
1	Fosc	KHz	175.00	228.00	180.90	180.91	180.90	180.93	180.90
2	Amp	V	0.00	10.00	3.25	3.25	3.26	3.25	3.25
3	Dumax	%	75.00	81.00	78.79	78.68	78.76	78.80	78.70
4	Dumin	%		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	V2in	V	1.950	2.050	2.028	2.029	2.029	2.029	2.029
6	Ib	uA	0.000	1.000	0.006	0.006	0.005	0.006	0.005
7	Avo	dB	60		124	115	130	133	118
8	Isink	mA	0.30		2.34	2.34	2.34	2.34	2.34
9	Isource	mA		-0.20	-0.67	-0.67	-0.67	-0.67	-0.67
10	Gain	V/V	1.100	1.800	1.375	1.375	1.375	1.375	1.375
11	Offset	V	0.550	1.650	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
12	Vimax		0.90	1.10	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
13	Isense	uA	-0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	Vth_cs	V	1.40	1.60	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53
15	Tcomp	ms	0.00	10.00	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55
16	Von	V	6.60	7.80	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30
17	Voff	V	6.30	7.50	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90
18	Hys	V	0.1	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
19	VoL	V	0.000	1.000	0.568	0.568	0.568	0.568	0.568
20	VoH	V	0.000	1.000	0.574	0.575	0.574	0.574	0.575
21	Vz	V	12.00	15.00	13.36	13.35	13.37	13.35	13.37
22	Ist	mA	0.000	0.200	0.183	0.183	0.184	0.183	0.184
23	Icc	mA	0.000	2.100	0.877	0.877	0.877	0.877	0.877
24	Fosc	KHz	175.00	228.00	180.88	180.86	180.88	180.88	180.90

UCC2808 适配器及测试数据:



UCC2808AD-2	PART_ID		Min	Max	1	2	3	4	5
	PASSFG				Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
1	Frequence	kHz	175.0	213.0	192.6	192.6	192.6	192.6	192.5
2	Vin1	V	1.950	2.050	2.008	2.008	2.008	2.008	2.008
3	Vrev	V/V	0.440	0.560	0.495	0.495	0.494	0.494	0.495
4	Ib	uA	-1.000	1.000	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
5	AVO	dB	60.0		87.7	87.9	87.9	87.4	87.4
6	I_Comp_sink	mA	0.300		2.214	2.196	2.187	2.180	2.176
7	I_Comp_source	mA		-0.200	-0.528	-0.526	-0.525	-0.524	-0.523
8	Dumax_A	%	48.000	50.000	49.307	49.278	49.278	49.278	49.288
9	Dumin_A	%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	Dumax_B	%	48.000	50.000	49.433	49.433	49.414	49.423	49.423
11	Dumin_B	%	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	Gain	V/V	1.90	2.50	2.33	2.33	2.33	2.33	2.33
13	Veompes	V	0.35	1.20	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
14	Ves_max	V	0.450	0.550	0.490	0.490	0.490	0.490	0.490
15	Vth_cs	V	0.700	0.800	0.750	0.750	0.750	0.750	0.750
16	Vol_A	V		1.000	0.623	0.628	0.632	0.634	0.635
17	Vol_B	V		1.000	0.580	0.584	0.586	0.587	0.589
18	Voh_A	V		1.000	0.706	0.707	0.711	0.718	0.706
19	Voh_B	V		1.000	0.715	0.723	0.710	0.729	0.732
20	Trise_A	ns	0	60	46	46	46	46	46
21	Trise_B	ns	0	60	45	45	45	45	45
22	Tfall_A	ns	0	60	46	46	46	46	46
23	Tfall_B	ns	0	60	44	44	45	44	45
24	Vst	V	4.10	4.50	4.35	4.35	4.35	4.35	4.35
25	Vstmin	V	3.90	4.30	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10
26	Hysteresis	V	0.10	0.30	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
27	Tcompr	ms		20.00	4.21	4.18	4.17	4.16	4.16
28	Ist	mA		0.260	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105
29	Iosc	mA		2.00	1.85	1.85	1.84	1.84	1.84
30	Vzener	V	13.0	15.0	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1

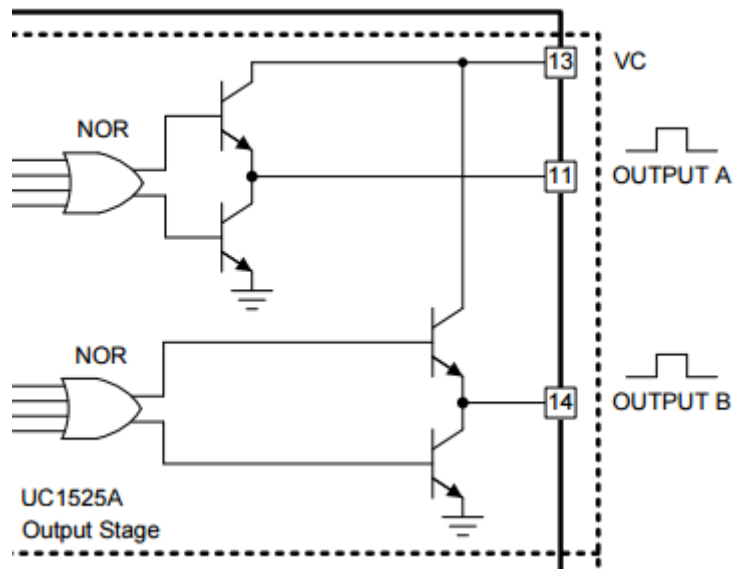
使用频率最多的 UC1842——UC1842/43/44/45 管腿排列相同，所以都可以使用这个适配器，很多其他器件和 UC1842 管腿排列一致，也都可以使用这个适配器开发程序，样例器件是 UCC2803。



UCC2803	PART_ID		Min	Max	1	2	3	4	5
	PASSFG				Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
1	Vz	V	12.00	15.00	13.71	13.71	13.71	13.71	13.71
2	Icc	mA	0.000	3.000	0.618	0.618	0.618	0.618	0.618
3	Ist	mA	0.000	0.200	0.084	0.080	0.084	0.087	0.084
4	Vref	V	3.940	4.060	4.007	4.007	4.007	4.007	4.007
5	LDR	mV	0.00	25.00	5.01	5.07	5.15	5.15	5.17
6	LNR	mV/V	0.00	1.90	0.39	0.39	0.40	0.38	0.40
7	Ios	mA	-35.00	-5.00	-17.39	-17.39	-17.43	-17.39	-17.36
8	Fosc	KHz	26.00	36.00	29.92	29.92	29.92	29.92	29.92
9	Dumax	%	97.00	100.00	99.34	99.34	99.34	99.35	99.34
10	V2in	V	1.950	2.050	2.006	2.006	2.006	2.006	2.006
11	Isink	mA	0.30	3.50	0.78	0.77	0.77	0.77	0.76
12	Isource	mA	-0.80	-0.20	-0.50	-0.50	-0.50	-0.49	-0.49
13	Tcomp	ms	0.00	10.00	1.50	1.49	1.49	1.49	1.49
14	Ib	uA	0.000	2.000	0.004	0.004	0.003	0.004	0.004
15	Avo	dB	65		100	99	99	101	100
16	Von	V	3.70	4.50	4.10	4.10	4.10	4.10	4.10
17	Voff	V	3.20	4.00	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
18	Gain	V/V	1.100	1.800	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
19	Offset	V	0.45	1.35	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
20	Vimax	V	0.90	1.10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21	Vth_cs	V	1.420	1.680	1.550	1.550	1.550	1.550	1.550
22	Isense	uA	-0.200	0.200	-0.001	0.001	0.000	0.001	-0.006
23	VoH(20mA)	V	0.00	0.40	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
24	VoH(50mA)	V	0.00	0.90	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
25	VoH(200mA)	V	0.00	1.90	1.06	1.07	1.07	1.07	1.07
26	VoL(20mA)	V	0.00	1.20	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
27	VoL(20mA)	V	0.00	0.40	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
28	VoL(50mA)	V	0.00	0.40	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
29	VoL(200mA)	V	0.00	0.90	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32
30	VoH(RL1)	V	0.00	0.40	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
31	VoH(RL2)	V	0.00	1.90	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99
32	Vref	V	3.940	4.060	4.007	4.006	4.006	4.006	4.006
33	Fosc	KHz	26.00	36.00	29.92	29.92	29.92	29.92	29.92

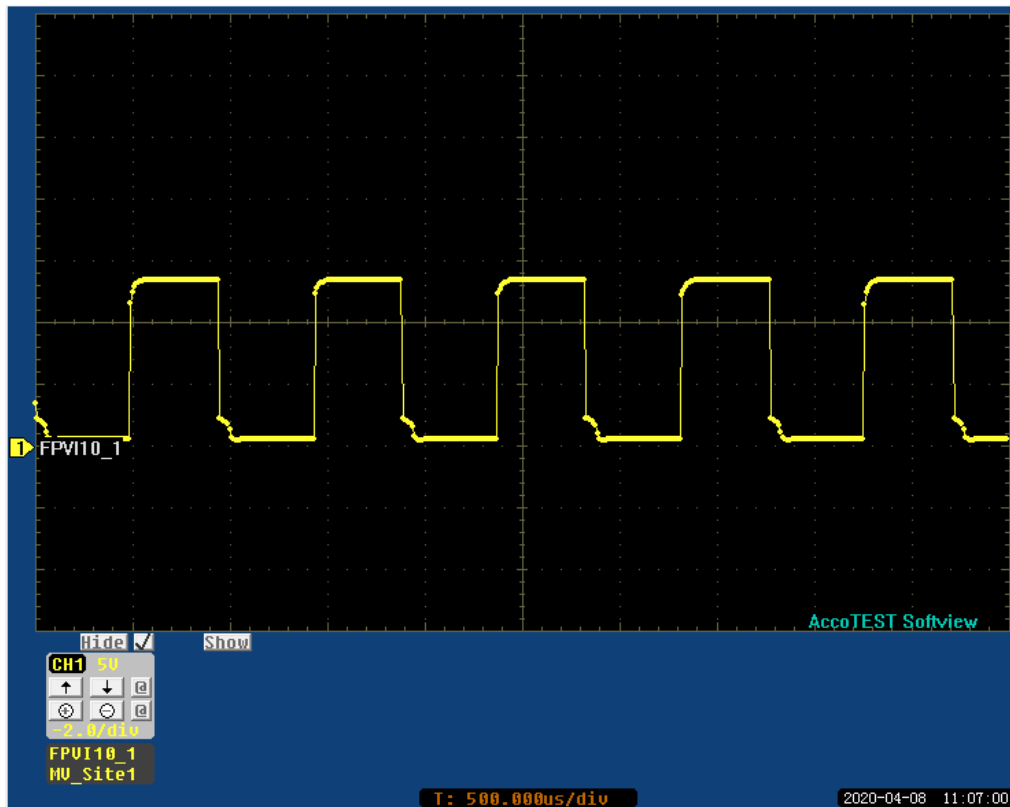
好的，下面来继续上一期的话题——测试脉宽调制器的输出。

以常见的 PWM 器件 1525 为例，器件输出是一个振荡的波形：

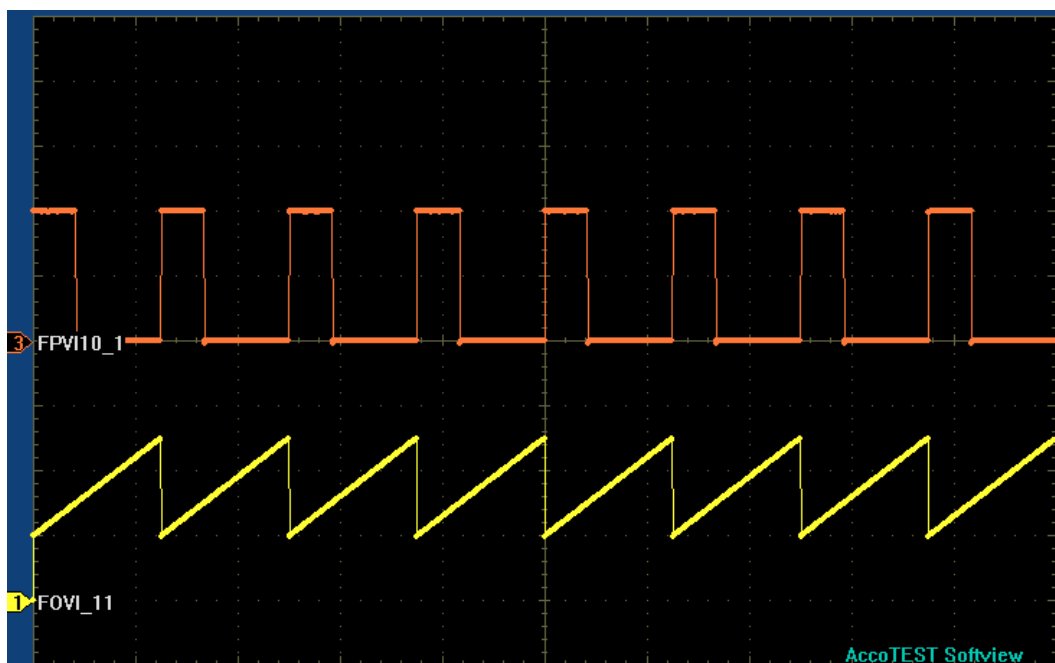


如果使用数字万用表，是无法测试这样振荡波形的高电平的，使用测试设备的 VI 源也一样，延时+采样+取平均值的方法并不适用。

但是 STS8205 平台的 VI 源在采样速度上有了很大的提升，每一个采样间隔可以为 2us（如果使用 QVM 精密电压表速度会更快），对于 PWM 器件的输出来说，这样的速度就可以直接将器件的振荡波形全部“抓下来”：



但这还不够，STS8205 的 VI 源还可以模拟器件振荡端 CT 的波形输出一个三角波，从被动的监测器件输出，变为主动的带着器件振荡。



黄色为 FOVI 模拟出的 CT 端波形，橙色为器件输出波形。

但是，测试 PMW 输出，这些还不够。

脉宽调制器的输出需要在一定的负载下测试，比如 UC1842 系列，负载要求高电平输出电流 200mA，低电平灌入电流 200mA，所以在振荡的同时，还需要施加电流负载。

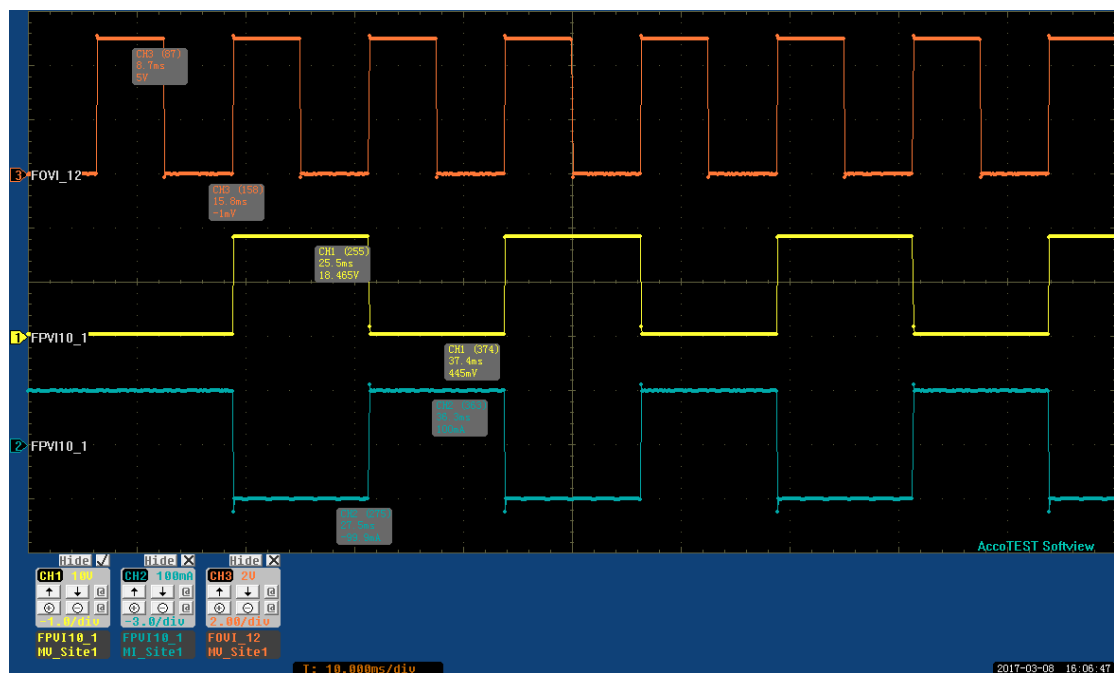
基于这种需求，我们开发了《一种用于方波发生器的双向负载测量电路》，该测试方法申请了专利，如果感兴趣可以在官方网站查阅。在这里我简述为一句话：器件输出振荡时，利用电流钳位的方法，器件输出处于高时可以实现输出电流的负载，低电平处于低时可以实现灌入电流的负载。

（感兴趣的用户可以直接参考 C 语言测试代码）

下图就是使用

- ① 输出端软件示波器采样——黄色
- ② FOVI 施加 CT 端波形——橙色
- ③ 负载端施加双向负载电流——蓝色

这三种工具实现的 PWM 输出波形：



当然，任何测试方法都有一定局限性，不可能适用于全部器件的测试，某些情况下我们还是需要使用纯电阻负载进行测试的。

可以说，STS8205 的 VI 源为测试脉宽调制器的输出提供了一定的便捷性。我们尽其所能地使用它，加之以对模拟器件测试积累的经验，实现了一些脉宽调制器的测试，这些品种的参数还是比较全面的。

同时我们也希望，通过这些推广，更多工程师可以熟知我们的产品和测试方法，开发出更多的测试品种和新的测试方法，共同进步。

就在本周，一个用户在测试脉宽调制器时指出了我们程序中的一个错误，我们在更改这个错误的同时，也为这位用户大大的点一个赞！