

ОТЧЕТ О ВЕРИФИКАЦИИ SPICE-МОДЕЛИ ОПЕРАЦИОННОГО УСИЛИТЕЛЯ LMV321

Общее описание

В этом отчете будут описаны характеристики SPICE-модели транзистора LMV321, которые верифицированы с помощью моделирования.

Среда моделирования

- Система моделирования: *LTSpice XVII*.
- Информация о версии: 17.0.34.0.
- Информация об операционной системе: 64-разрядная версия Windows 10.

Информация о файле

- Имя файла библиотеки: LMV321.MOD.
- Источник: National Semiconductor(Приложение 1)

ВНИМАНИЕ

- Характеристики модели рассчитаны с учетом температуры, равной $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Таким образом, результат моделирования с отклонениями температуры может значительно отличаться от результата, полученного
- Результат моделирования и характеристики, описанные в этом отчете, могут отличаться в зависимости результатов верификации.
- Значения, полученные в результате моделирования, не гарантируются. Используйте эти результаты в качестве руководства при проектировании.

ВЕРИФИЦИРУЕМЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Электрические характеристики (в сравнении с техническим паспортом):
 - Зависимость коэффициента усиления без обратной связи от частоты.
 - Скорость нарастания выходного напряжения.
 - Коэффициент ослабления синфазного сигнала
 - Коэффициент реакции питающего напряжения
 - Входное напряжение смещения
 - Передаточная характеристика
 - Динамическая характеристика большого сигнала

Характеристики SPICE-модели в сравнении с приведенными в техническом паспорте

1. Зависимость коэффициента усиления без обратной связи от частоты

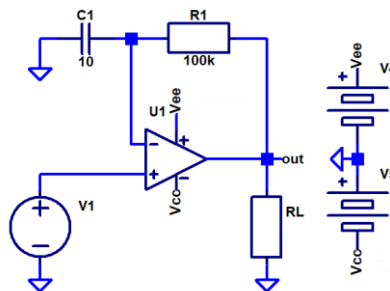


Рис. 1. Электрическая схема моделирования

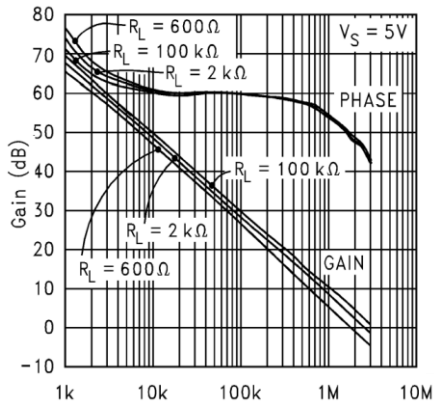


Рис. 2. Данные технического паспорта

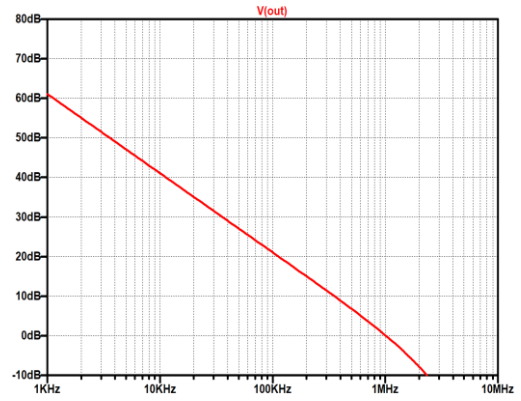


Рис. 3. Результаты моделирования

Таблица 1. Сравнение характеристик

Параметр	Данные техпаспорта	Данные моделирования	Единицы	Ошибка	Условия
Gain	1кГц	65	дБ	6%	VS = 5В RL = 600
	1мГц	6		93%	

2. Скорость нарастания выходного напряжения.

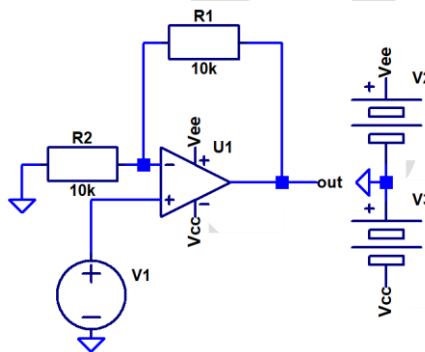


Рис.4. Электрическая схема моделирования

Slew Rate = 1В/мкс

Рис.5. Данные технического паспорта

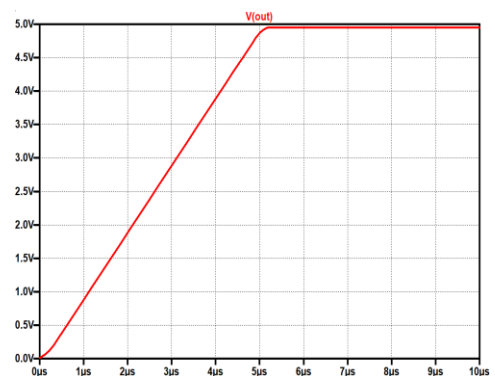


Рис. 6. Результаты моделирования

Таблица 2. Сравнение характеристик

Параметр		Данные техпаспорта	Данные моделирования	Единицы	Ошибка	Условия
SR	0мкс	-	0	В/мкс	-	Vs = 5В
	5мкс	-	5		-	

3. Коэффициент ослабления синфазного сигнала

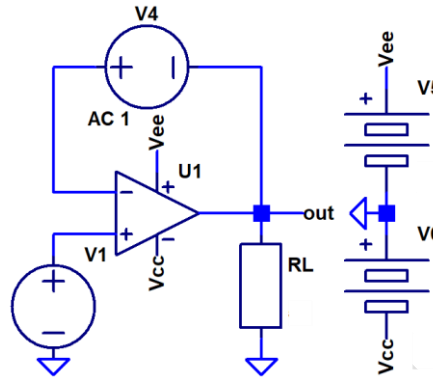


Рис.7. Электрическая схема моделирования

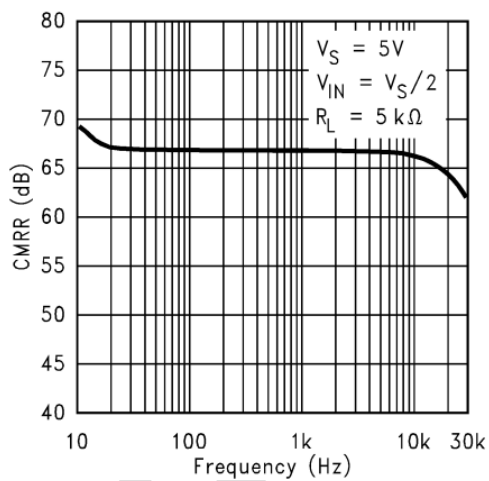


Рис.8. Данные технического паспорта

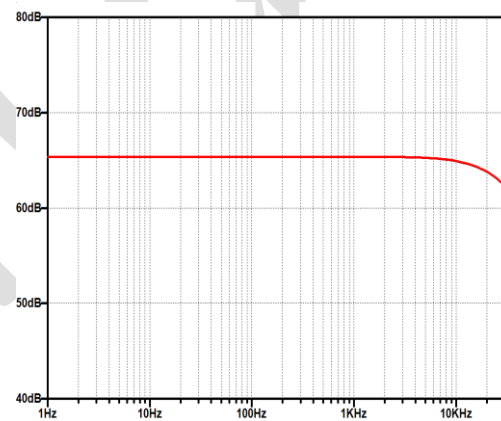


Рис.9. Результаты моделирования

Таблица 3. Сравнение характеристик

Параметр		Данные техпаспорта	Данные моделирования	Единицы	Ошибка	Условия
CMRR	10Гц	69	65.4	дБ	5.2%	Vs=5В, RL=5кОм
	1кГц	66.5	65.4		1.6%	

4. Коэффициент реакции питающего напряжения

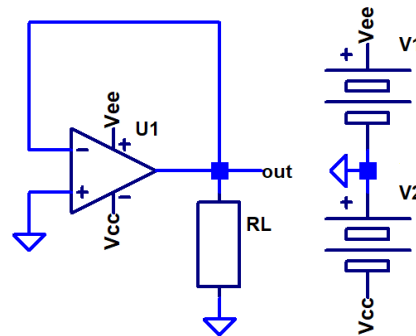


Рис.10. Электрическая схема моделирования

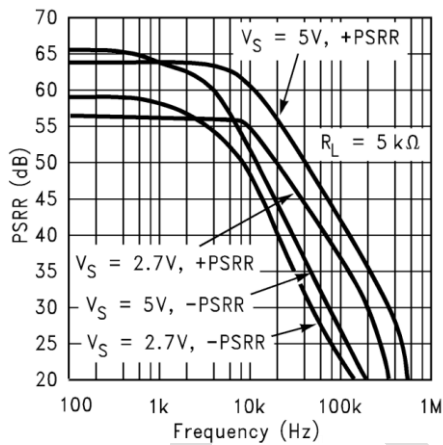


Рис.11. Данные технического паспорта

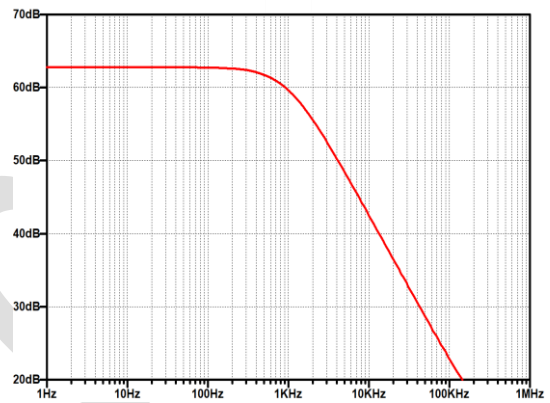


Рис. 12. Результаты моделирования

Таблица 4. Сравнение характеристик

Параметр		Данные техпаспорта	Данные моделирования	Единицы	Ошибка	Условия
PSRR	1кГц	64	59.5	дБ	7%	VS=5В RL = 5кОм
	600кГц	20	10.5		47.5%	

5. Входное напряжение смещения

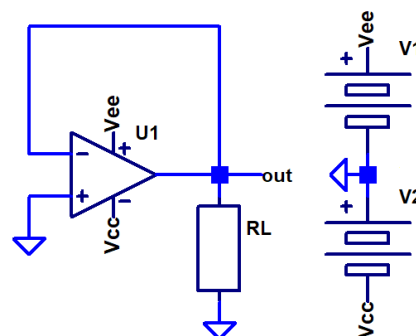


Рис.13. Электрическая схема моделирования

Таблица 4. Сравнение характеристик

Параметр	Данные техпаспорта	Данные моделирования	Единицы	Ошибка	Условия
Vos-	7	6.95	мВ	0.7%	VS = 5В RL = 5 мОм

6. Передаточная характеристика

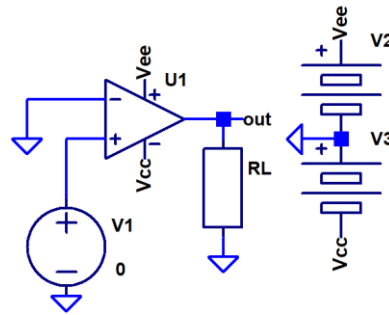


Рис.14. Электрическая схема моделирования

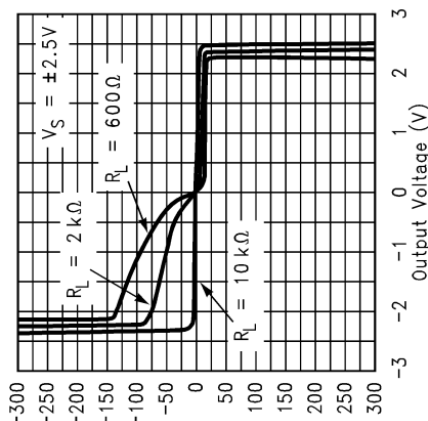


Рис.15. Данные технического паспорта

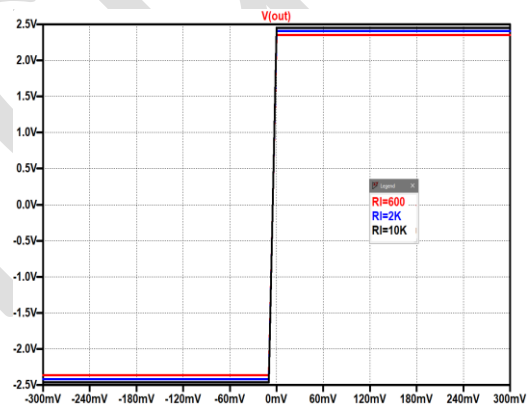


Рис. 16. Результаты моделирования

Таблица 4. Сравнение характеристик

Параметр	Данные техпаспорта	Данные моделирования	Единицы	Ошибка	Условия
Vout	-300мВ	-2.15	В	9%	VS=2.5В RL = 600
	300мВ	2.25		4.4%	

7. Динамическая характеристика большого сигнала

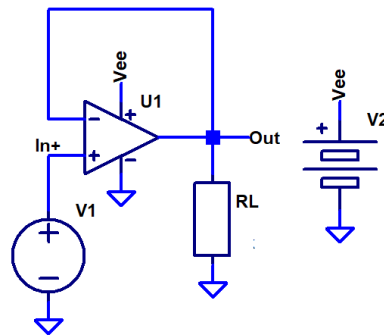


Рис.17. Электрическая схема моделирования

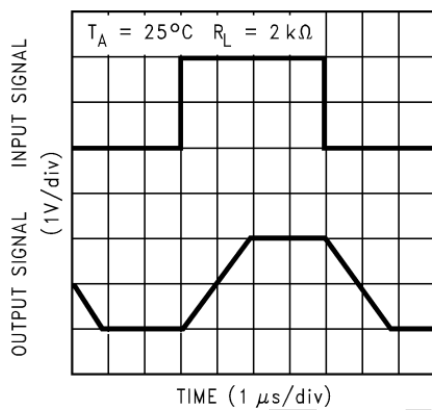


Рис.18. Данные технического паспорта

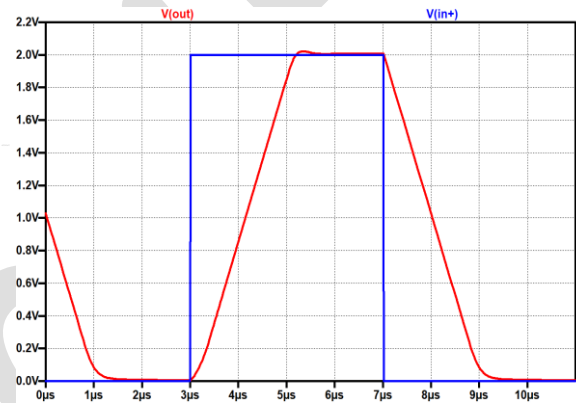


Рис. 19. Результаты моделирования

```

*////////////////////////////////////
* (C) National Semiconductor, Inc.
* Models developed and under copyright by:
* National Semiconductor, Inc.
*
*////////////////////////////////////
* Legal Notice: This material is intended for free software support.
* The file may be copied, and distributed; however, reselling the
* material is illegal
*
*////////////////////////////////////
* For ordering or technical information on these models, contact:
* National Semiconductor's Customer Response Center
*                               7:00 A.M.--7:00 P.M. U.S. Central Time
*                               (800) 272-9959
*
* For Applications support, contact the Internet address:
* amps-apps@galaxy.nsc.com
*////////////////////////////////////
*LMV321 BICMOS Low Voltage General Purpose Op Amp
* MODEL FORMAT: PSPICE
* Rev: 11/07/97 -- ABG
*////////////////////////////////////
* Connections      non-inverting input
*                  | inverting input
*                  | | positive power supply
*                  | | | negative power supply
*                  | | | | output
*                  | | | | |
.SUBCKT LMV321      3 2 4 5 6
* Features:
* 2.7V and 5V Operation
* Low Supply Current: 130uA at VCC=5V
* Stable for AV = +1
*////////////////////////////////////
*****
EOX 120 10 31 32 2.0
RCX 120 121 1K
RDX 121 10 1K
RBX 120 122 1K
GOS 10 57 122 121 1.0
RVOS 31 32 1K
RINB 2 18 1000
RINA 3 19 1000
DIN1 5 18 DMOD2
DIN2 18 4 DMOD2
DIN3 5 19 DMOD2
DIN4 19 4 DMOD2
EXX 10 5 17 5 1.0
EEE 10 50 17 5 1.0
ECC 40 10 4 17 1.0
RAA 4 17 100MEG
RBB 17 5 100MEG
ISET 10 24 1e-3
DA1 24 23 DMOD1
RBAL 23 22 1000
ESUPP 22 21 4 5 1.0
VOFF 21 10 -1.25
DA2 24 25 DMOD1
VSENS1 25 26 DC 0
RSET 26 10 1K
CSET 26 10 1e-10
FSET 10 31 VSENS1 1.0
R001 34 10 1K
FTEMP 10 27 VSENS1 1.0
DTA 27 10 DMOD2
DTB 28 29 DMOD2
VTEMP 29 10 DC 0
ECMR 38 10 11 10 1.0
VCMX 38 39 DC 0

```

```
RCM2 41 10 1MEG
EPSR 42 10 4 10 1.0
CDC1 43 42 10U
VPSX 43 44 DC 0
RPSR2 45 10 1MEG
FCXX 57 10 VCXX 100
DCX1 98 97 DMOD1
DCX2 95 94 DMOD1
RCX1 99 98 100
RCX2 94 99 100
VCXX 99 96 DC 0
ECMX 96 10 11 10 1.0
DLIM1 52 57 DMOD1
DLIM2 57 51 DMOD1
ELIMP 51 10 26 10 99.3
GDM 10 57 3 2 1
C1 58 59 1e-10
DCLMP2 59 40 DMOD1
DCLMP1 50 59 DMOD1
RO2 59 10 1K
GO3 10 71 59 10 1
RO3 71 10 1
DDN1 73 74 DMOD1
DDN2 73 710 DMOD1
DDP1 75 72 DMOD1
DDP2 71 720 DMOD1
RDN2 710 71 100
RDP 720 72 100
VOOP 40 76 DC 0
VOON 77 50 DC 0
QNO 76 73 78 NPN1
QNP 77 72 79 PNP1
RNO 78 81 1
RPO 79 81 1
VOX 86 6 DC 0
RNT 76 81 100MEG
RPT 81 77 1MEG
FX 10 93 VOX 1.0
DFX1 93 91 DMOD1
VFX1 91 10 DC 0
DFX2 92 93 DMOD1
VFX2 10 92 DC 0
FPX 4 10 VFX1 1.0
FNX 10 5 VFX2 1.0
RAX 122 10 MRAX 1.014000e+03
* Input Offset Voltage
.MODEL MRAX RES (TC1=1e-05)
FIN1 18 5 VTEMP 0.833333
FIN2 19 5 VTEMP 1.16667
* Input Bias Currents
CIN1 2 10 1e-12
CIN2 3 10 1e-12
* Common Mode Input Capacitance
RD1 18 11 5e+08
RD2 19 11 5e+08
* Diff. Input Resistance
RCM 11 10 9.75e+09
* Common Mode Input Resistance
FCMR 10 57 VCMX 562.341
* Low Freq. CMRR
FPSR 10 57 VPSX 2000
* Low Freq. PSRR
RSLOPE 4 5 1e+12
* Slope of Supp. Curr. vs. Supp. Volt.
GPWR 4 5 26 10 0.00013
* Quiescent Supply Current
ETEMP 27 28 32 33 0.286906
RIB 32 33 MRIB 1K
* Temp. Co. of Input Currents
.MODEL MRIB RES (TC1=0.00283713)
RISC 33 34 MRISC 1K
```



```
.MODEL MRISC RES (TC1=-0.003)
RCM1 39 41 17782.8
CCM 41 10 5.30516e-12
* CMRR vs. Freq.
RPSR1 44 45 10000
CPSR 45 10 5.30516e-11
* PSRR vs. Freq.
ELIMN 10 52 26 10 99.3
RDM 57 10 725.52
C2 57 10 1.09683e-10
ECMP 40 97 26 10 0.8
ECMN 95 50 26 10 0.2
G2 58 10 57 10 1e-06
R2 58 10 1378.32
GO2 59 10 58 10 100
* Avol and Slew-Rate Settings
EPOS 40 74 26 10 0
ENEG 75 50 26 10 0.01
* Output Voltage Swing Settings
GSOURCE 74 73 33 34 0.0006
GSINK 72 75 33 34 0.0016
* Output Current Settings
ROO 81 86 8.5
.MODEL DMOD1 D
.MODEL DMOD2 D (IS=1e-17)
.MODEL NPN1 NPN (BF=100 IS=1e-15)
.MODEL PNP1 PNP (BF=100 IS=1e-15)
.ENDS lmv321
```